ZEITSCHRIFT

FÜR

KRYSTALLOGRAPHIE

UND

MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

P. GROTH.

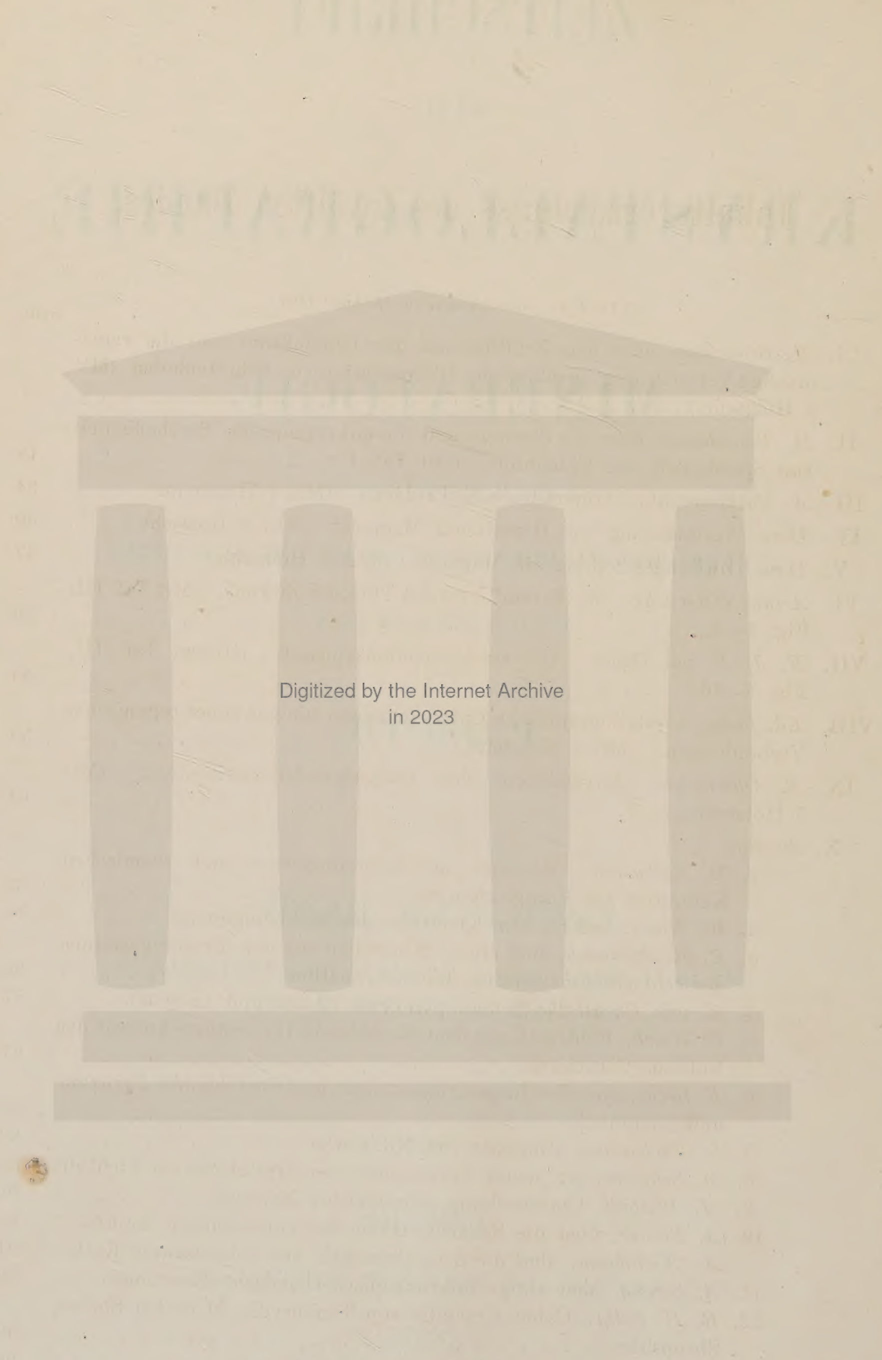
ZWÖLFTER BAND.

MIT 10 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN, 4 HOLZSCHNITTTAFELN
UND 116 HOLZSCHNITTEN IM TEXT.

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN.

1887.



Inhaltsverzeichniss des zwölften Bandes.

Heft I. (Geschlossen am 15. April 1886.)

Seite

I. *R. Scharizer*, über den Zwillingsbau des Lepidolithes und die regelmässige Verwachsung verschiedener Glimmerarten von Schüttenhofen. (Mit 8 Holzschn.) 1

II. *H. Baumhauer*, über die Structur und die mikroskopische Beschaffenheit von Speiskobalt und Chloanthit. (Mit Taf. I u. II.) 18

III. *A. Cathrein*, über Mineralien von Predazzo. (Mit 1 Holzschn.) 34

IV. *Ders.*, Verwachsung von Ilmenit mit Magnetit. (Mit 1 Holzschn.) . . 40

V. *Ders.*, Zwillingsstreifung am Magnetit. (Mit 1 Holzschn.) 47

VI. *Arthur Gehmacher*, die Krystallform des Pfitscher Zirkons. (Mit Taf. III, Fig. 1—4.) 50

VII. *F. J. P. van Calker*, Universalprojectionsapparat. (Hierzu Taf. III, Fig. 5—10.) 55

VIII. *Ed. Palla*, krystallographische Untersuchungen einiger neuer organischer Verbindungen. (Mit 5 Holzschn.) 59

IX. *F. Obermayer*, Krystallform des Essigsäurecholesterinesters. (Mit 3 Holzschn.) 64

X. *Auszüge.*

1. *E. Rethwisch*, Beiträge zur mineralogischen und chemischen Kenntniss des Rothgültigerzes 67
2. *W. Koort*, Beitrag zur Kenntniss des Antimonglanzes 78
3. *E. M. Rohrbach*, über einige Mineralien aus den Eruptivgesteinen der schlesisch-mährischen Kreideformation 86
4. *K. von Chrustschoff*, über pyrogenen Quarz und Tridymit . . . 87
5. *F. Hatch*, Feldspath aus dem Hornblende-Hypersthen-Andesit des Vulkans Charchani 87
6. *F. Becke*, über Zwillingsverwachsungen gesteinsbildender Pyroxene und Amphibole 88
7. *G. Tschermak*, Zinnober von Nikitowka 89
8. *M. Schuster*, ein neues Vorkommen von krystallisirtem Fichtelit 89
9. *M. Weibull*, Untersuchung schwedischer Minerale 90
10. *A. Becker*, über die Schmelzbarkeit des kohlensauren Kalkes. . 91
    A. Wichmann, über die Schmelzbarkeit des kohlensauren Kalkes 91
11. *A. Streng*, über einige mikroskopisch-chemische Reactionen . . 92
12. *R. H. Solly*, Calcit-Krystalle von Tankerville Mine bei Shelve, Shropshire 96
13. *W. Semmons*, weitere Mittheilung über Enargit 96

Heft II. (Geschlossen am 6. Juni 1886.)

Seite

XI. *A. Schmidt*, Mittheilungen über ungarische Mineralvorkommen. (Mit Taf. IV.)
1. Hypersthen vom Berge Pokhausz 97
2. Grasgrüner Augit von Kremnitz 100
3. Mineralien vom Zipser Comitat in Ober-Ungarn. 102
4. Arsenopyrit von Klenócz, Gömörer Comitat 115
5. Smithsonit und Arsenopyrit von Csetnek, Gömörer Comitat. . . 116

XII. *M. Schuster*, über hemimorphe Pyrargyritzwillinge von Andreasberg. (Mit Taf. V.) 117

XIII. *Th. Liweh*, krystallographische Untersuchungen. (Mit 8 Holzschn.) . . 151
Mit einer Notiz über das Thallin von *F. A. Flückiger* 157

XIV. *J. Beckenkamp*, krystallographische Untersuchung des Chinolin-*p*-Sulfobenzylbetains und einiger Papaverinverbindungen. (Mit 4 Holzschn.) . 159

XV. *Ders.*, über den Einfluss des Wasser- und Alkoholgehaltes auf die geometrischen Formen des Chinidins und der Cholsäure. (Mit 4 Holzschn.) 165

XVI. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.
1. *A. Schrauf*, eine neue Zonenformel für orthogonale Systeme. . . 175
2. *H. Laspeyres*, Bemerkungen über die Aufstellung des Reflexionsgoniometers 176
3. *A. Des Cloizeaux*, über das Krystallsystem des Descloizit . . . 178
4. *C. S. Bement*, über neuere amerikanische Mineralvorkommen . . 179
5. *F. Pfaff*, Härtecurve der Zinkblende auf der Dodekaëderfläche. (Mit 1 Holzschn.) 180

XVII. *Auszüge.*
1. *W. Semmons*, neuer Fund von Connellit 181
C. O. Trechmann, Connellit von Cornwall 181
H. A. Miers, über Connellit und Monazit von Cornwall 181
2. *W. I. Macadam*, über die chemische Zusammensetzung des Butyrellit 182
3. *G. S. Mackenzie*, seltene Kupfermineralien von Utah 182
4. *A. Arzruni*, Krystallform des diacetonphosphinsauren Baryum. . 183
5. *C. Hintze*, Krystallform des Diammoniumoxalats 183
6. *Ders.*, Krystallform des sauren inactiven apfelsauren Ammoniums 184
7. *Ders.*, Krystallform des *o*-Azoxytoluol 185
8. *C. Busz*, Krystallform des Traubensäuremethyläthers 185
9. *Tsunashiro Wada*, Krystallform des Methylvioletts 185
10. *Fr. Heusler* und *H. Klinger*, über Selenide aus den Anden . . . 186
11. *F. J. Wiik*, Krystallform des Orthoxylylenchlorids 186
12. *A. Fock*, Krystallform des Isobenzalphtalimidin 187
13. *Ders.*, Krystallform des Ferulaaldehyds 187
14. *M. Websky*, Krystallform des Isodulcit 187
15. *Cl. Winkler*, Untersuchungen über den Uebergang der arsenigen Säure aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand 188
16. *E. von Fleischl*, die doppelte Brechung des Lichtes in Flüssigkeiten 188
17. *F. Vogel*, Aenderung der Lichtbrechung in Glas und Kalkspath mit der Temperatur 189

Seite

18. *K. R. Koch*, Beiträge zur Kenntniss der Elasticität des Eises . . 190
19. *G. La Valle*, krystallographische Untersuchung organischer Verbindungen 191
20. *D. Bizzarri* und *S. Campani*, gediegen Arsen vom Valtellina . . 194
21. *G. La Valle*, Krystallform des Carbonylpyrrols und Carbamidpyrrols 195
22. *Ders.*, Krystallformen des Pyridinplatinchlorid 196
23. *Ders.*, Krystallform des Dipyrrylketons 196
24. *G. Strüver*, über vulkanische Auswürflinge vom Braccianoer See . 197
25. *L. Busatti*, über einige Mineralien von Toscana 200
26. *G. Spezia*, über die Biegsamkeit des Itacolumites 202
27. *E. Scacchi*, über einige Vesuvmineralien 202
28. *A. Des Cloizeaux* und *A. Damour*, Bemerkungen über die chemische Zusammensetzung des Herderit 204
29. *A. Des Cloizeaux* und *F. Pisani*, Untersuchung zweier Oligoklase 204
30. *K. von Chrustschoff*, Plagioklas von Californien 204
31. *C. Friedel* und *J. Curie*, über die Pyroelektricität des Topas . . 205
32. *E. Bertrand*, Mikroskop zur optischen Untersuchung der Mineralien 206
33. *Ders.*, über ein neues Refractometer 208

Heft III. (Geschlossen am 13. August 1886.)

XVIII. *W. Ramsay*, Bestimmung der Brechungsexponenten in Prismen mit grossen brechenden Winkeln. (Mit 3 Holzschn.) 209
XIX. *A. Becker*, über die chemische Zusammensetzung des Barytocalcits und des Alstonits 222
XX. *C. Bärwald*, Untersuchung einiger Cölestine 228
XXI. *A. Brand*, über Krystalle aus dem Gestübbe der Bleiöfen in Mechernich, welche dem Mineral Breithauptit entsprechen 234
XXII. *J. Hockauf*, über Botryogen. (Mit 4 Holzschn.) 240
XXIII. *R. Scharitzer*, der Monazit von Schüttenhofen. (Mit 2 Holzchn.) . . 255
XXIV. *E. S. Dana*, über den Columbit. (Mit 1 Holzschn.) 266
XXV. *Ders.*, zur Krystallisation des Goldes. (Mit 8 Holzschn.) 275
XXVI. *K. Oebbeke*, über das Vorkommen des Glaukophan 282
XXVII. *Auszüge*.
1. *F. Becke*, Aetzversuche an Mineralien der Magnetitgruppe . . . 287
2. *O. Luedecke*, Datolith von Casarza in Ligurien 294
3. *Ders.*, krystallographische Beobachtungen an organischen Verbindungen. (Mit 5 Holzschn.) 295
4. *V. v. Ebner*, die Lösungsflächen des Kalkspaths und des Aragonits 298
5. *O. Mügge*, zur Kenntniss der durch secundäre Zwillingsbildung bewirkten Flächenverschiebungen. Mit einem Zusatz von *H. Baumhauer*. (Mit Taf. VI.) 305
6. *P. Jannasch*, über den Wassergehalt des Klinochlors von der Mussa-Alpe 309
7. *R. Brauns*, einige Beobachtungen und Bemerkungen zur Beurtheilung optisch anomaler Krystalle 311

Seite

8. *G. Wyrouboff*, über die Pseudosymmetrie der wasserhaltigen Hyposulfate mit Circularpolarisation 313
9. *Th. Liebisch*, über eine Goniometervorrichtung zur Messung zersetzbarer Krystalle 314
Ders., neuere Apparate zum Messen des Winkels der optischen Axen 314
10. *F. Sandberger*, Borsäuregehalt des Glimmers. Mangangehalt des Apatits 315
11. *Ders.*, Fairfieldit von Rabenstein. Pseudomorphosen von Quarz und Albit nach Kalkspath 316
12. *A. Streng*, Diopsid von Zermatt 316
13. *A. Kenngott*, Nephrit von Jordansmühl in Schlesien. Magnetismus des Tigerauges. Topas von Ouro Preto 316
Ders., über Priceit, Colemanit und Pandermit 316
14. *H. Traube*, über den Nephrit von Jordansmühl in Schlesien . . 317
15. *G. F. Kunz*, mineralogische Notizen 317
16. *U. P. Blake*, die verschiedenen Formen des natürlichen Goldes . 319
17. *Ders.*, über den Uintahit 319
18. *O. W. Huntington*, Azuritkrystalle von Arizona 319
19. *W. G. Brown*, über einen Quarzzwilling von Albermarle County, Virginia 320
O. W. Huntington, Quarzzwillinge 320

Heft IV u. V. (Geschlossen am 22. November 1886.)

XXVIII. *A. Schrauf*, die thermischen Constanten des Schwefels. (Mit 9 Holzschnitten) 321
XXIX. *O. Lehmann*, mikrophysikalische Untersuchungen 377
XXX. *Th. Hiortdahl*, Krystallform der Erdalkali-Molybdate. Die morphotropen Reihen des Scheelit. (Mit 1 Holzschn.) 411
XXXI. *J. Beckenkamp*, die Elasticitätscoefficienten des Chromalauns und Eisenalauns 419
XXXII. *Mittheilungen aus d. miner. Jnst. d. Univ. Strassburg.* (Mit Tafel VII).
4. *H. Bücking*, Topas von San Louis Potosi und von Durango, Mexico. (Mit Fig. 1—4) 424
5. *F. Feist*, Topas vom Ilmengebirge. (Mit Fig. 5—6) 434
6. *R. Riechelmann*, Datolith von der Seisser Alp. (Mit 1 Holzschnitt) 436
7. *Th. Liweh*, Cölestin von Lüneburg. (Mit Fig. 7—10) 439
8. *G. Link*, krystallographische Untersuchungen. (Mit 6 Holzschn.) 442
9. *F. Feist*, krystallographische Untersuchungen. (Mit 2 Holzschn.) 449
10. *H. Bücking*, Nachtrag zu No. 4, Topas von Durango 451
XXXIII. *Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.*
1. *G. vom Rath*, einige neue und seltene Flächen an Quarzen aus der Sammlung des Herrn W. C. Hidden. (Mit Tafel VIII) . . 453
2. *E. S. Dana*, mineralogische Notizen. (Mit 4 Holzschnitten) . . 459
3. *R. Prendel*, über die möglichen Arten der Hemiëdrie 460
4. *H. A. Miers*, Zonenformel für orthogonale Systeme 462

XXXIV. *Auszüge.* Seite

1. *W. Voigt*, Erklärung der Farbenerscheinungen pleochroitischer Krystalle 464
2. *Th. Liebisch*, über die Totalreflexion an optisch einaxigen Krystallen 464
Ders., über die Totalreflexion an doppelbrechenden Krystallen 464
3. *J. Danker*, experimentelle Prüfung der aus den Fresnel'schen Gesetzen abgeleiteten Gesetzen der Totalreflexion 472
4. *B. Hecht*, über Prismen, welche zur Bestimmung von Brechungsindices durch Totalreflexion dienen sollen 474
5. *Th. Liebisch*, über die Bestimmung der Lichtbrechungsverhältnisse doppelbrechender Krystalle durch Prismenbeobachtungen. 474
6. *Ders.*, über die Bestimmung der opt. Axen durch Beobachtung der Schwingungsrichtungen ebener Wellen 477
7. *E. Ketteler*, theoretische Optik, gegründet auf das Bessel-Sellmeier'sche Princip 477
8. *W. Voigt*, Bestimmung der Elasticitätsconstanten von Beryll und Bergkrystall 482
9. *A. Genth*, mineralogische Beiträge. 487
10. *H. F. Keller u. H. A. Keller*, eine neue Varietät des Kobellit 492
11. *W. F. Hillebrand*, Emmonsit, ein Eisentellurid 492
12. *L. G. Eakins*, Allanit und Gadolinit. 493
13. *R. Pearce*, Goslarit v. Montana 494
14. *W. P. Headden*, Columbit von Colorado 494
15. *G. H. Williams*, Pyritkrystall von Baltimore County 494
16. *G. F. Kunz*, Kupfermineralien von Arizona 494
17. *W. J. Cross u. W. J. Hillebrand*, Elpasolit, ein neues Mineral 495
18. *A. W. Jackson*, mineralogische Beiträge 495
19. *E. G. Smith*, Pseudomorphosen von Limonit nach Pyrit . . . 496
20. *J. G. Meem*, Pseudomorphosen von Limonit nach Pyrit 496
21. *S. L. Penfield*, Brookit von Magnet Cove, Arkansas 497
22. *Whitman Cross*, Topas und Granat in Lithophysen des Rhyolith 497
23. *S. L. Penfield u. D. N. Harper*, über die chemische Zusammensetzung des Herderit u. Beryll 499
24. *Whitman Cross u. L. G. Eakins*, über den Ptilolit, ein neues Mineral 501
25. *T. B. Osborne*, Analyse des Columbit von Brancheville 503
26. *J. W. Clarke*, Mineralien von Litchtfield in Maine 503
27. *W. E. Hidden*, unechte Pseudomorphosen von Quarz 506
28. *Ders.*, mineralogische Notizen 506
29. *H. A. Weehler*, über das künstliche Bleisilicat von Bonne Terre, Missouri 508
30. *J. W. Clarke u. J. S. Diller*, Türkis von Neu-Mexiko 509
31. *Mats Weibull*, über selenhaltigen Galenobismutit von der Falu-Grube 511
32. *A. Sjögren*, über die Stellung des Spodiosit in dem Mineralsystem 512
33. *G. Lindström*, Analyse eines Kupferminerals von Sunnerskog . 512
34. *Ders.*, über Phosphorsäuregehalt im Feldspath 513
35. *A. E. Nordenskiöld*, mineralogische Beiträge. 8. 513
36. *A. Sjögren*, Sarkinit, ein neues Manganarseniat von Pajsberg . 514
37. *A. A. Lösch*, Brucit von Nikolaje-Maximilianowski im Ural. . 514
38. *G. Flink*, mineralogische Notizen 515

Seite

39. *L. J. Igelström*, Polyarsenit, ein neues Mineral von Sjögrufvan, Kirchspiel Grythytta, Amtsbezirk Örebro 515
40. *F. J. Wiick*, mineralogische und petrographische Mittheilungen 515
41. *C. Morton*, krystallographische Untersuchungen von Verbindungen seltener Erdmetalle. (Mit 7 Holzschnitten) 517
42. *W. Ramsay*, über das Verhalten des Milarits beim Erhitzen. . 521
43. *Fr. Eichstädt*, über das Krystallsystem und die krystallographischen Constanten des Gadolinit 523
44. *H. v. Foullon*, über einen neuen Anbruch von krystallisirtem Schwefel bei Truskawiec in Galizien 525
45. *Ders.*, über rosenrothen Calcit von Deutsch-Altenburg. 525
46. *Ders.*, Calcit auf Kohle aus dem Münzenberger Bergbau bei Leoben 526
47. *Fr. v. Hauer*, die Gypsbildung in der Krausgrotte bei Gams . 526
48. *A. Brunnlechner*, Beiträge zur Characteristik der Erzlagerstätten von Littai in Krain. 526
49. *A. Sauer*, mineralogische und petrographische Mittheilungen aus dem sächsischen Erzgebirge. 527
50. *A. Arzruni*, über einen Paragonitschiefer vom Ural 531
51. *H. v. Foullon*, über die Krystallform des Barythydrat und Zwillinge des Strontianhydrat 531
52. *Ders.*, über die Gesteine und Mineralien des Arlbergtunnels . . 533
53. *G. vom Rath*, über ausgezeichnete Quarzkrystalle aus Nordcarolina. (Mit 7 Holzschnitten) 535
Ders., einige neue Flächen am Quarz. (Mit Tafel IX, Fig. 1 und 2) 535
54. *Ders.*, über den Andesin vom Berge Arcuentu, Insel Sardinien. (Mit Tafel IX, Fig. 3—7) 538
55. *F. Rinne*, über Milarit, Apophyllit und Rutil 540
56. *G. G. Stokes*, eigenthümliches Reflexionsphänomen an Krystallen von Kaliumchlorat 541
57. *L. D'A. J.*, Eisenerzvorkommnisse in Indien 543
58. *C. D. Ahrens*, ein neues Polarisationsprisma. (Mit 1 Holzschnitt) 544
59. *H. G. Madan*, eine Abänderung an Ahrens' Prisma. (Mit 1 Holzschn.) 544

Heft VI. (Geschlossen am 12. Januar 1887.)

XXXV. *G. vom Rath*, über künstliche Silberkrystalle. (Mit 8 Holzschn.) . 545
XXXVI. *E. Hussak*, ein Beitrag zur Kenntniss der optischen Anomalien am Flussspath. (Mit Tafel X) 552
XXXVII. *E. S. Dana*, über die Krystallisation des gediegenen Kupfers. (Mit Tafel XI—XIV) 569
XXXVIII. Mittheilungen aus dem mineralogischen Laboratorium der technischen Hochschule zu Karlsruhe.
XV. *A. Knop*, Beiträge zur Kenntniss einiger Glieder der Glimmerfamilie. 588
XVI. *Ders.*, über Pseudobiotit 607
XVII. *Ders.*, über krystallisirte Niobsäure 610
XXXIX. *Auszüge.*
1. *J. Deby*, über den Cyprusit 616
2. *Abbe's* Analysator-Occular 618
3. *H. G. Madan*, über das Ohm'sche Interferenzphänomen. . . . 618

Seite

4. *Swift* and *Son's*, Mikroskop-Goniometer 619
5. *Hartnack's* Mikroskop-Goniometer 619
6. *H. G. Madan*, Methode zur Erzeugung homogenen blauen Lichtes 619
7. *W. E. Koch*, Turmalin von der Insel Mull 619
8. *D. C. Glen* und *J. Young*, Saponit von Cathkin 620
   J. J. Dobbie, Saponit von Cathkin 620
9. *J. Young*, Pektolith von Kilsyth, Stirling, Schottland 620
10. *W. Boyd Dawkins*, Apatit von Ottawa in Canada 621
    G. H. Kinahan, Genesis des Canadischen Apatits 621
    G. A. Kinahan, Apatit von Ottawa 621
11. *G. A. König*, Stromeyerit von Mexico 621
12. *Ders.*, Mangan-Zink-Serpentin von Franklin, N. J. 621
13. *O. W. Huntington*, über die krystallinische Structur der Eisenmeteoriten 622
14. *S. L. Penfield* und *F. L. Sperry*, über die Pseudomorphosen nach Granat vom Obern-See und von Salida, Colorado . . . 622
15. *E. S. Dana*, Brookit von Magnet Cove, Arkansas. 624
16. *F. W. Clarke*, Untersuchung der Lithionglimmer 625
17. *Th. M. Chatard*, Lucasit, eine neue Varietät des Vermiculit . 629
18. *G. W. Brown*, krystallographische Notizen 630
19. *S. L. Penfield* und *D. N. Harper*, über die chemische Zusammensetzung des Ralstonit 631
20. *S. L. Penfield*, krystallisirter Vanadinit von Arizona und New-Mexico. (Mit 4 Holzschnitten) 633
21. *W. E. Hidden*, Smaragd und Hiddenit von Nord-Carolina . . 634
22. *S. L. Penfield*, Phenakit von Colorado mit Bemerkung über die Localität Topaz Butt von *W. B. Smith*. (Mit 5 Holzschnitten). 635
23. *A. N. Alling*, Topas von der Thomas Range, Utah. (Mit 1 Holzschnitt) 637
24. *Ch. Friedel*, Krystallformen der Methylamin-Iridiumchloride . 638
25. *A. Terreil*, Analyse und Zersetzung eines Chrysotil. 638
26. *St. Meunier*, über einen Quellabsatz von Carmaux 638
27. *D. Klein* und *J. Morel*, über Tellurigsäure-Anhydrit 639
28. *P. Sabatier*, Darstellung der dritten Schwefelmodification. . . 639
29. *St. Meunier*, zufällige Bildung von Anorthit 640
30. *A. Jnostranzeff*, Farbenvergleichung metallischer Mineralien unter dem Mikroskope 640
31. *A. de Schulten*, künstliche Darstellung des Strengit 640
32. *Ders.*, Darstellung von Brucit und Cadmiumhydroxyd 641
33. *Ch. Soret*, Brechungsexponenten einiger Alaune. 641
34. *C. Friedel*, Krystallform des Trimethylammonium-Rhodiumchlorür. 641
35. *A. Des Cloizeaux*, Krystallform des Benzolhexabromid 642
36. *P. Cazeneuve* und *J. Morel*, über die krystallographischen Beziehungen der Campherderivate 642
37. *H. Gorceix*, Monazit von Caravellas, Brasilien 643
38. *A. Lacroix*, Hydrocerussit und Plumbocalcit von Wanlockhead 643
39. *Ders.*, über den Baryt von Romanèche 644
40. *Ders.*, Göthit von Chizeuil und Romanèche 644

Seite

41. *E. Jannettaz*, über einen Diamant vom Cap 644
42. *Ders.*, über den Buratit von Laurium 645
43. *E. Mallard*, über die Krystallformen des Barytocalcit 645
44. *C. Friedel* u. *A. de Grammont*, über die Pyroëlectricität des Skolezit 645
45. *K. v. Chrustschoff*, Pyroxen aus dem Tachylit vom Rossberg. 646
46. *A. Lacroix*, Harmotom von Bowling in Schottland 646
47. *Ders.*, über den Harringtonit 646
48. *Ders.*, über den Bowlingit von Schottland 647
49. *Ders.*, Rutil in Phlogopit 647
50. *G. Cesàro*, über eine Verwachsung von Zinnerz 647
51. *G. Wyrouboff*, Krystallform des essigsauren Uran-Lithium. . 647
52. *F. Gonnard*, Natrolith aus der Auvergne. 649
53. *A. Des Cloizeaux*, Krystallform des Chloralhydrat. 649
54. *J. Curie*, krystallographische und thermoëlektrische Eigenschaften des Pyrit und Kobaltin. 649
55. *L. J. Igelström*, Hämatostibiit, ein neues Mineral aus der Eisenerzgrube Sjögrufvan, Bez. Grythytten, Örebro 650
56. *P. Curie*, über die Bildung der Krystalle und die Capillaritätsconstanten ihrer verschiedenen Flächen 651
57. *F. Gonnard*, Flussspathkrystalle von Sainte-Foy-l'Argentière (Rhône) 652
58. *H. Dufet*, über die Aenderung der Brechungsexponenten durch die Wärme. 652
59. *C. Friedel* und *E. Sarasin*, Krystallisation des Calcit aus einer Lösung von Chlorcalcium 655
60. *A. Damour*, Analyse eines rosafarbenen Thones 655
61. *F. Gonnard*, Zwillingsbildung des Orthoklas von Four-la-Brouque 656
62. *Ders.*, Martit vom Mont-Dore 656
63. *G. Cesàro*, eine neue Fläche am Gyps 656
64. *A. Lacroix*, über die Bestimmung der Zeolithe 656
65. *E. Bertrand*, optische Eigenschaften des Polyarsenit und Chondroarsenit 659
66. *G. Cesàro*, über eine neue Fläche am Anatas 659
67. *G. Wyrouboff*, Betrachtungen über Isomerie und Polymorphie 659
68. *L. J. Igelström*, Braunit von Jakobsberg in Wermland . . . 659
69. *Ders.*, Svanbergit von Horrsjöberg in Wermland 660
70. *A. Lacroix*, über Kirwanit und Hullit 660
71. *Ders.*, optische Untersuchung des Botryolith 660
72. *Ders.*, Identität des Dreelit mit dem Baryt. 660
73. *Baret*, Sternsapphir aus d. Dép. Loire-Inférieur. 661
    A. Lacroix, Bemerkungen hierzu 661
74. *Baret*, Alunogen von Saint-Nazaire 661
75. *E. Mallard*, über die Theorie der Zwillinge. 661
76. *A. Colson*, Krystallform einiger Xylolderivate. 663
77. *Bodan Erben*, Analysen böhmischer Mineralien 664



I. Ueber den Zwillingsbau des Lepidolithes und die regelmässige Verwachsung verschiedener Glimmerarten von Schüttenhofen.

Von

R. Scharizer in Wien.

(Mit 8 Holzschnitten.)

Eine Mineralsuite, welche Herr Franz Firbas, Gutsbesitzer zu Schüttenhofen in Böhmen, mit dankenswerther Liberalität im letzten Sommer an Herrn Professor Schrauf, den Vorstand des mineralogischen Universitätsmuseums, gesendet hat, setzte mich in die Lage, den Zwillingsbau des Lepidolithes und die regelmässige Verwachsung mehrerer Glimmerarten eingehender zu studiren. Bevor ich jedoch zum eigentlichen Thema dieses Aufsatzes übergehe, mögen einige an Ort und Stelle gemachte Beobachtungen über das Vorkommen hier Platz finden.

Am rechten Ufer der Wottawa unweit der Stadt Schüttenhofen wurde durch Erdarbeiten im Garten des Herrn Firbas ein ungefähr metermächtiger Gang von pegmatitischem Granit blossgelegt. Derselbe setzt in weissem, körnigem Kalkstein auf und besteht aus gelblichweissem Mikroklin, grauem Quarz, schwarzem und weissem Glimmer. Gegen die Mitte des Ganges hin verschwindet der Lepidomelan. Der lichtbraune bis silberweisse Muscovit macht einer verwandten Varietät von grünlichweisser Farbe Platz. Zugleich treten als neue Gemengtheile schwarzer Turmalin, brauner Mangangranat und Albit auf. Im centralen Theil, und zwar in Nestern, fand man rothen und grünen Turmalin, ersterer schalenförmig den letzteren umgebend. Mit beiden ist vergesellschaftet undeutlich auskrystallisirter Lepidolith von pfirsichblüthrother Farbe.

Die paragenetisch-chemischen Details des gesammten Vorkommens werde ich in einer separaten Publication mittheilen. Den morphologischen Beobachtungen an den Glimmern ist nachfolgende Arbeit gewidmet. Die-

selbe gliedert sich in zwei Theile; der erste behandelt die krystallographisch-optischen Eigenschaften des Lepidolithes, der zweite die regelmässige Verwachsung der verschiedenen Glimmerarten.

I. Die krystallographischen und optischen Eigenschaften des Lepidolithes.

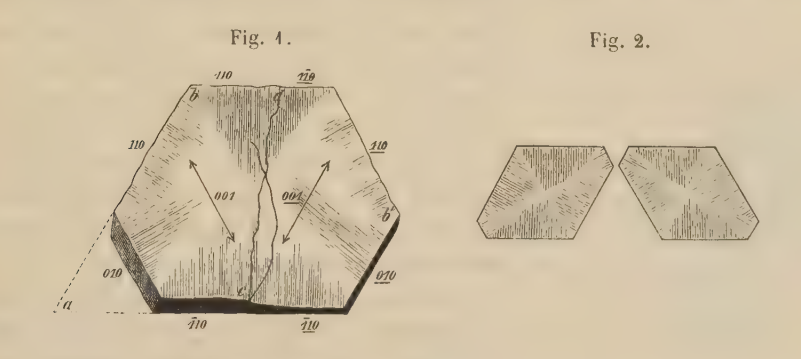
§ 1. Der Zwillingsbau der Lithionitblättchen. Die mit dem rothen Turmalin associirten Lithionitblättchen, welche entweder auf blättrigem Albit aufsitzen oder in Quarz eingewachsen sind, haben keine deutliche krystallographische Begrenzung. Zwischen gekreuzten Nicols werden dieselben nur theilweise dunkel. Im Polarisationsinstrument zeigen sie Axenbilder, deren relative Lage mit der anvisirten Stelle des Blättchens fortwährend wechselt. Eine genaue Durchmusterung der dünneren Lepidolithlamellen lehrt, dass fast alle aus unregelmässigen Schuppen zusammengesetzt sind, von welchen einzelne zwischen gekreuzten Nicols während einer vollen Umdrehung stetig hell bleiben, die anderen abwechselnd licht und dunkel werden. Diese letzteren lassen drei verschieden orientirte Systeme erkennen, deren Extinctionsmaxima Winkel von 60° mit einander bilden. Die einzelnen Lithionitblättchen bauen sich daher aus Theilen auf, welche zwillingsartig mit einander verbunden sind.

Am häufigsten tritt bei den Glimmern jenes Zwillingsgesetz auf, welches Herr Hofrath Tschermak[1]) folgendermassen präcisirt: »Die Zwillingsebene ist eine in der Zone vom Prisma zur Basis gelegene, auf dieser senkrecht stehende Fläche. Diese Zwillingsebene kann entweder selbst Verwachsungsfläche sein oder es erscheint als solche das basische Pinakoid.« Mit diesem Zwillingsgesetze ident ist das von Grailich[2]) als Zwillingsgesetz nach ∞P bezeichnete, wenn man, wie es früher üblich war, die Glimmer als rhombisch, oder nach Zirkel-Rath[3]) als monoklin mit $\beta = 89^0\,59'\,50''$ annimmt. In abgekürzter Fassung mag wohl, um weitläufige Satzbildungen zu vermeiden, auch im Folgenden »Zwilling nach ∞P« gesetzt werden; dabei ist aber stets unter ∞P jene zu $0P$ senkrechte Fläche zu verstehen.

Von einem zweiten Zwillingsgesetze der Glimmer gab Grailich[4]) Nachricht. Dieser Autor beobachtete am Zinnwaldit eine Zwillingsbildung, welche er mit Zuhülfenahme des Zwillingsgesetzes: Zwillingsebene $\infty\breve{P}3$ zu erklären versuchte. Er sagt: »Mitten unter sehr deutlich ausgebildeten Individuen, welche alle mehr oder minder sechsseitigen Tafeln ähnlich sind, fiel mir ein ziemlich unregelmässiger Krystall auf, der ein regelmässiges Fünfeck bildete. Die Winkel desselben (Fig. 1) sind: $a = 60^0\,12'$, $b = 119^0\,55'$, $c = 90^0\,0'$, $d = 90^0\,5'$ [Handgoniometer] . . . . . . Die Streifung ist normal zu $(P + \infty)$ [$= \infty P$] und parallel cd und hört an

dieser Seite auf. Die andere Hälfte des Zwillingskrystalles fehlte, fand sich jedoch weiter unten, als ich die ganze Glimmerschicht aus dem darunter lagernden Gestein hob; die Linie *cd* ist aber zugleich eine Richtung der Theilbarkeit und die beiden conjugirten Individuen zerfielen während der Untersuchung . . . . Formel des Zwillings $(P + \infty)^3$ [$= \infty \breve{P}3$).«

Die Thatsache, dass die beiden Hälften des Zwillings sich nicht im gleichen Horizonte vorfanden, sondern dass die eine tiefer als die andere lag, gestattet uns anzunehmen, dass der von Grailich beschriebene Krystall kein Juxtapositionszwilling nach $\infty \breve{P}3$ war. Dieses eigenthümliche Gebilde verdankt jedenfalls dem schon früher erwähnten, speciell am Zinnwaldit so häufig auftretenden Zwillingsgesetze nach ∞P seine Form. Nur ist hier das basische Pinakoid die Verwachsungsebene*). Mit Zugrundelegung dieser Zwillingsstructur kann man (Fig. 2) einen dem beschriebenen



vollkommen gleichenden Zwillingskrystall künstlich imitiren, wenn man von der obenliegenden Zwillingshälfte einen Theil parallel den Streifen des Blättchens abbricht. Nach den Beobachtungen Bauer's[5]), Grailich's und v. Kokscharow's[6]) existirt bei den Glimmern eine diesem Streifensysteme entsprechende Bruchrichtung. Denn diese Riefen stimmen in Bezug auf ihre Lage vollkommen mit der eines Strahles der Druckfigur überein und die beiden letzteren Autoren bezeichnen $\infty \breve{P}3$ direct als Theilungstrace. Auf ganz gleiche Weise [nämlich durch die Verwachsung nach $0P$] erklärte Grailich[7]) die Zwillingsbildung des Kaliglimmers von Pojanska. Diesen Forscher scheint daher im oben angeführten Falle lediglich das Vorhandensein der Kante *cd* am Zinnwaldit zur Aufstellung des Zwillingsgesetzes nach $\infty \breve{P}3$ veranlasst zu haben. Diese Kante *cd* trägt aber alle Merkmale einer zufälligen Bruchkante an sich. Dies, sowie der

*) Bei Grailich (Fig. 1) ist der Buchstabe *b'* nicht an jener Stelle, welche ihm nach der Lage der optischen Axenebene zukommt. Ich habe daher die richtige Bezeichnung der als Begrenzung auftretenden Flächen in den Miller'schen Symbolen hinzufügt.

Umstand, dass während der Grailich'schen Untersuchung die beiden conjugirten Individuen zerfielen, spricht eher für eine Uebereinanderlagerung, als für eine Zwillingsverwachsung nach $\infty\breve{P}3$.

v. Kokscharow [8]) bediente sich ebenfalls einmal des Zwillingsgesetzes nach $\infty\breve{P}3$ zur Deutung eines Glimmerzwillings vom Flusse Slüdjanka, welchen der genannte Autor in einer anderen Publication [9]) auch unter Anwendung des Zwillingsgesetzes ∞P erklärt hat.

Es findet sich somit in der vorhandenen Literatur kein zwingender Beweis für die Existenz einer Zwillingsbildung nach $\infty\breve{P}3$. Deshalb muss im Nachfolgenden vor Allem das Zwillingsgesetz nach ∞P berücksichtigt werden.

Die meisten Lithionitblättchen von Schüttenhofen sind, wie oben erwähnt wurde, zusammengesetzt aus drei Individuen, welche, nach ∞P verzwillingt, sich wechselseitig durchdringen. Als Verwachsungsfläche fungirt nicht nur die auf $0P$ senkrechte Fläche der Zone $\infty P : 0P$, sondern auch $0P$ selbst. Letzteres wird dadurch bewiesen, dass Lithionitblättchen, welche zwischen gekreuzten Nicols in keiner Stellung dunkel werden, sich in zwei homogen auslöschende Hälften spalten lassen.

Fig. 3.



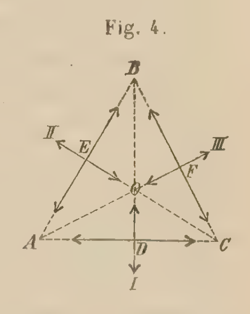
In nebenstehender Abbildung (Fig. 3) sind jene Stellen, welche der Verwachsung nach $0P$ entsprechen, hell gelassen, während die einheitlichen Partien parallel zur Lage der optischen Axenebene eines jeden Individuums schraffirt sind. Je dünner das Blättchen ist, desto mehr treten, der Theorie entsprechend, die immer hell bleibenden Felder zurück und in den dünnsten Lamellen verschwinden dieselben ganz. Dann sind in jedem Präparat nur drei Systeme verschieden auslöschender Theilchen zu erkennen.

§ 2. **Bestimmung der ebenen Winkel des basischen Schnittes.** Die ebenen Winkel des basischen Schnittes werden von den Projectionen der Flächen der Prismenzone auf die Basisfläche gebildet. Sie kommen den wahren Kantenwinkeln derselben Flächen ziemlich nahe, wenn $\beta = 84^0\,55'$ ist, oder sind jenen ganz gleich, wenn man mit Zirkel-Rath $\beta = 89^0\,59'\,50''$ [3]) annimmt. Die Werthe dieser Winkel ergaben sich aus der Bestimmung der gegenseitigen Lage dreier benachbarter Extinctionsmaxima an einem Lepidolithdrilling. Die Mittelwerthe aus je 24 Messungen sind (Fig. 4):

$\measuredangle\, DBC = 28^0\ 54'$; daraus folgt $\measuredangle\, DOF = 118^0\ 54'$
$\measuredangle\, ECB = 30\ \ 35$ - - $\measuredangle\, EOF = 120\ \ 35$
$\measuredangle\, DOC = 59\ \ 12$ - - $\measuredangle\, DOE = 120\ \ 48$

Die Summe der drei Winkel um O beträgt nur um $17'$ mehr als 360^0. Aus der Theorie der Juxtapositionsdrillinge nach ∞P folgt, dass der Winkel zwischen I und II und ebenso der Winkel zwischen II und III gleich dem Prismenwinkel ∞P und dass der Winkel zwischen I und III gleich $360^0 - 2[\infty P]$ sein müsse. Es ist sodann:

Fig. 4.



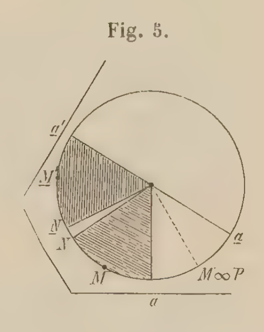
$$\measuredangle\, DOE = \measuredangle\, EOF = \infty P = 120^0\ 41'$$
$$\measuredangle\, DOF = 360^0 - 241^0\ 22' = 118\ \ 38$$
[$118^0\ 54'$ beobachtet].

Ersterer Winkel von $120^0\ 41'$ ist aber nicht der effective Werth von ∞P, da nur die Projection dieses Winkels auf der Basisfläche, oder der Winkel der Zonen [$110 : 001$] und [$1\bar{1}0 : 001$] durch diese Methode bestimmt werden konnte.

Im Nachfolgenden sind die Winkel für die wichtigsten Projectionen auf der Basisfläche berechnet. Ich benutze der Einfachheit wegen die Miller'sche Bezeichnungsweise und setze die Symbole der Flächen direct, statt deren Projectionen, so wie ich auch statt der Körperwinkel die Normalwinkel angebe.

$M : M = (110):(1\bar{1}0) = 59^0\ 19'$
$M : a = (110):(100)\ \ \ 29\ \ 39\frac{1}{2}$
$M : b = (110):(010)\ \ \ 60\ \ 20\frac{1}{2}$
$N : N = (130):(1\bar{3}0)\ \ \ 119\ \ 19$
$N : a = (130):(100)\ \ \ 59\ \ 39\frac{1}{2}$
$N : b = (130):(010)\ \ \ 30\ \ 20\frac{1}{2}$

Fig. 5.



Aus dieser Winkeltabelle folgt, dass die von den Flächen NN auf der Basisfläche erzeugten Kanten [die Juxtapositions-Zwillingsbildung nach $M(\infty P)$ vorausgesetzt] einen »ausspringenden« Winkel von $1^0\ 22'$ bilden (Fig. 5). Wir benöthigen diese Zahlen später II. § 2 zur Erklärung der Verwachsung von Kali- und Lithionglimmer.

§ 3. Die optischen Eigenschaften des Lithionites und des Muscovites von Schüttenhofen. Schlagfiguren herzustellen gelang an vollkommen einheitlichen Blättchen des Lithionglimmers. Mit Hülfe derselben wurde ermittelt, dass die optische Axenebene beim Lithionit parallel zur Symmetrieebene, also parallel zur Brachyaxe des basischen

Spaltblättchens sei. Alle Glimmer mit dieser Orientirung der optischen Axenebene sollen im Nachfolgenden als »brachydiagonal« bezeichnet werden*). Dagegen werden jene Glimmer, deren optische Axenebene senkrecht auf der Symmetrieebene steht und somit parallel zur Makroaxe des basischen Spaltblättchens ist, »makrodiagonale« Glimmer genannt werden. Der Vortheil, welchen diese Bezeichnungsweise der verschieden orientirten Glimmervarietäten gewährt, wird im § 5 recht deutlich sichtbar werden.

Am »brachydiagonalen« Lithionit beträgt die Neigung der optischen Axe E oder E' zur Plattennormale N, ferner der optische Axenwinkel in Luft:

$$E'N_\varrho = 39^0\,51'; \quad EN_\varrho = 43^0\,25'; \quad EE'_\varrho = 83^0\,16' \text{ (rothes Ueberfangglas)}$$
$$E'N_{Na} = 40^0\,27'; \quad EN_{Na} = 40^0\,34'; \quad EE'_{Na} = 84^0\;\;1' \text{ (Natriumlicht)};$$

die Suffixe ϱ und Na sollen im Nachfolgenden diese stets angewendeten Lichtsorten anzeigen.

Die Dispersion ist somit eine geneigte und zwar ist $\varrho < v$. Die scheinbare Neigung der spitzen negativen Bisectrix $\mathfrak{a}$ zur Plattennormale N beträgt

$$\mathfrak{a}_\varrho N = 1^0\,47'$$
$$\mathfrak{a}_{Na} N = 1^0\,34'.$$

Die Bisectrix für rothes Licht bildet daher mit der Normalen auf $0P$ einen grösseren Winkel, als die Bisectrix für gelbes Licht. Ein ganz analoges Verhalten beobachtete Hintze[10]) an dem ebenfalls brachydiagonalen Glimmer vom Vesuv.

Des Vergleiches halber mögen auch die optischen Eigenschaften des grünlichweissen Muscovites, welcher sehr häufig mit dem Lepidolith in regelmässiger Verwachsung vorkommt, hier kurz besprochen werden. Die Axenebene steht bei diesem Muscovit senkrecht zum Leitstrahl der Schlagfigur. Dieser Glimmer ist somit »makrodiagonal«. Der scheinbare Winkel der optischen Axen in Luft beträgt im Mittel aus 10 Beobachtungen:

$$EE'_\varrho = 74^0\,50'$$
$$EE'_{Na} = 73^0\,52'.$$

Die Dispersion ist [im Gegensatz zum Lepidolith desselben Fundortes] $\varrho > v$. Die spitze negative Bisectrix weicht sehr wenig von der Lage der Plattennormale ab. Eine Dispersion der Axenebene ist am Axenbilde nicht zu erkennen.

§ 4. **Bestimmung der Brechungsexponenten nach der Chaulnes-Bauer'schen Methode.** Diese Methode ist darum sehr empfehlenswerth, weil sie mikroskopisch kleine Stellen von gehöriger Ho-

*) Die Bezeichnung »brachydiagonal« entspricht der früheren Benennung: Glimmer zweiter Art. Dergleichen Lithionglimmer sind bereits vom Ural und Chursdorf bekannt.

mogenität und Limpididät zu untersuchen gestattet. Leider führte dieselbe bei meinen Versuchen nur theilweise zu dem gewünschten genauen Resultate. Der Grund hiervon ist, dass die Genauigkeit der Methode durch Umstände beeinträchtigt wird, welche nicht in jedem Falle eliminirt werden können. Einen wichtigen Einfluss übt das grössere und geringere Accomodationsvermögen des Auges des Beobachters aus. Dadurch wird die Sicherheit der Einstellung alterirt. Für meine Beobachtungen ist dieser Umstand jedenfalls von grosser Bedeutung, weil ich z. B. bei 140 facher Vergrösserung innerhalb 5 Mikron Tubusverschiebung das Object immer gleich deutlich sehe. Ferner liefert diese Methode dann nur gute Resultate, wenn das zu untersuchende Material auch in »dickeren« Blättchen vollkommen durchsichtig und absolut homogen ist. In dieser Hinsicht lässt jedoch das mir vorliegende Material viel zu wünschen übrig. Bei Verwendung von dünnen Blättchen afficiren aber die Beobachtungsfehler schon die 2. Decimale, was die Bauer'sche [11]) Formel für den Brechungsexponenten:

$$n = \frac{v + v'}{v'}$$

leicht erkennen lässt. Bekanntlich bedeutet in dieser Formel v die Verschiebung, welche das Bild des Probeobjectes durch die Einschaltung des zu untersuchenden Blättchens erleidet, v' die scheinbare Dicke dieser Lamelle, welche man ermittelt, wenn man zuerst einen Punkt der Oberfläche des Blättchens und dann einen Punkt der Unterfläche anvisirt.

Ausserdem ist speciell für die Glimmer nachfolgende Thatsache berücksichtigungswerth. Schrauf [12]) hat schon im Jahre 1861 aufmerksam gemacht, dass die Elasticitätsaxen prismatischer Krystalle soweit von den morphologischen Eigenthümlichkeiten beeinflusst werden, dass einem Verhältniss der Krystallaxen $\sqrt{3} : 1$ [die Diagonalen des Grundprisma von 60°] eine annähernde Gleichheit der Elasticitätsaxen entspricht.

Die Beobachtungen Kohlrausch's [13]) und Matthiessen's [14]), welche für die Hauptbrechungsexponenten des Glimmers:

$$\alpha = 1{,}5997; \quad \beta = 1{,}5941; \quad \gamma = 1{,}5609$$
$$\alpha = 1{,}6117; \quad \beta = 1{,}6049; \quad \gamma = 1{,}5692$$

ergaben, zeigen, dass bei den monosymmetrischen Glimmern das Schrauf-sche Gesetz Geltung habe. Der Unterschied der Brechungsexponenten α und β ist daher bei den Glimmern sehr gering und fällt, wenn nicht vorzügliches Beobachtungsmaterial vorliegt, schon in das Bereich der Fehlergrenzen der Chaulnes'schen Methode.

Ich führte die diesbezüglichen Messungen mit einem Fuess'schen Mikroskop aus, welches die Ablesung der Tubusverschiebung in Mikron erlaubte. Als Polarisator wurde der Nicol des Oculares verwendet. Die Be-

leuchtung erfolgte durch einen Planspiegel und als Object diente eine Pleurosigma-Probeplatte von Möll.

Beim »Lepidolith« ergaben sich für die nothwendigen Tubusverschiebungen am Mikroskop, in Mikron (μ) ausgedrückt, folgende Werthe:

für Schwingungen parallel $\mathfrak{b}$:

$$v = 104{,}9\ \mu; \quad \Delta v = \pm\ 3{,}37\ \mu. \quad v' = 177{,}0\ \mu; \quad \Delta v' = \pm\ 2{,}3\ \mu;$$

für Schwingungen parallel $\mathfrak{c}$:

$$v = 107{,}4\ \mu; \quad \Delta v = \pm\ 3{,}77\ \mu. \quad v' = 176{,}2\ \mu; \quad \Delta v' = \pm\ 1{,}44\ \mu.$$

Daraus resultiren für die Dicke des Blättchens verschiedene Zahlenwerthe:

$$d_\mathfrak{b} = [v + v']_\mathfrak{b} = 281{,}9\ \mu \qquad d_\mathfrak{c} = [v + v']_\mathfrak{c} = 283{,}6\ \mu \qquad \frac{d_\mathfrak{b} + d_\mathfrak{c}}{2} = 282{,}75\ \mu.$$

Geht man mit dem arithmetischen Mittel in die Berechnung des Brechungsexponenten nach der Bauer'schen Formel ein, so erhält man für den Lithionit von Schüttenhofen:

$$\alpha = 1{,}6047$$
$$\beta = 1{,}5975.$$

Diese Zahlen stehen ungefähr in der Mitte zwischen den Zahlen, welche Kohlrausch und Matthiessen für den Muscovit fanden.

Die am Kaliglimmer desselben Fundortes vorgenommenen Messungen führten zu keinem so günstigen Resultate.

Für Schwingungen parallel $\mathfrak{b}$ war:

$$v = 92{,}0\ \mu; \quad \Delta v = \pm\ 2{,}15\ \mu. \quad v' = 181{,}5\ \mu; \quad \Delta v' = \pm\ 2{,}36\ \mu;$$

für Schwingungen parallel $\mathfrak{c}$:

$$v = 95{,}9\ \mu; \quad \Delta v = \pm\ 2{,}22\ \mu. \quad v' = 180{,}0\ \mu; \quad \Delta v' = \pm\ 1{,}88\ \mu;$$

daraus berechnet sich:

$$d_\mathfrak{b} = 273{,}5\ \mu \qquad d_\mathfrak{c} = 275{,}9\ \mu \qquad \frac{d_\mathfrak{b} + d_\mathfrak{c}}{2} = 274{,}7\ \mu.$$

Die Brechungsexponenten des Muscovites von Schüttenhofen wären somit:

$$\alpha = 1{,}5261$$
$$\beta = 1{,}5135.$$

Dieselben weichen von den oben S. 7 für den Muscovit citirten sehr bedeutend ab. Sie sind sogar kleiner als die von Bauer[15]) angegebenen Brechungsexponenten, obgleich man von letzteren vorläufig keinen Gebrauch machen kann, da der genannte Autor nach brieflichen Mittheilungen eine

baldige und wesentliche Correctur derselben in Aussicht stellt. Wahrscheinlich ist der niedere Werth der Brechungsexponenten beim Muscovit von Schüttenhofen dadurch hervorgerufen, dass innere Lösungsflächen des Glimmers mit Luft gefüllt sind, weshalb die nach der Chaulnes-Bauer-schen Methode erhaltenen Zahlen nicht dem Glimmer allein, sondern Glimmer + Luft entsprechen. Ich lege daher meinen Beobachtungen am Muscovit keinen grossen Werth bei, führe aber trotzdem die Resultate an, um wenigstens die untere Grenze zu markiren, bis zu welcher die Brechungsexponenten des Glimmers herabrücken können.

§ 5. Bemerkungen über den Zusammenhang der optischen und krystallographischen Eigenschaften der Glimmer. Der tiefgreifende Unterschied, welcher sowohl in Bezug auf die Lage der optischen Axenebene, als auch auf die Dispersion der optischen Axen zwischen dem Lepidolith und dem Muscovit von Schüttenhofen besteht, erinnert an die analogen Beziehungen zwischen Krystallform und optischen Charakter bei den prismatischen Krystallen. Schrauf[16]) hat schon im Jahre 1861 diese Relationen hervorgehoben und gezeigt, dass im prismatischen System die erste Mittellinie der Kante jenes Prismas parallel ist, dessen Normalwinkel sich am meisten dem Zahlenverhältnisse $1 : \sqrt{3}$ nähert. Diese prismatischen Substanzen interessiren uns beim Vergleiche mit den Glimmern deshalb besonders, weil der Prismenwinkel der Glimmer ebenfalls nahezu 60^0 beträgt.

Die »holoëdrischen« Krystalle mit dem Prismenwinkel von circa 60^0 besitzen nach Schrauf[17]) (Fig. 101 und Fig. 102) folgendes Schema für die Dispersion der optischen Axen:

$$m : m' < 90^0;\ \varrho < v. \quad m : m' > 90^0;\ \varrho > v. \qquad \text{I a}$$

In diesem und dem nachfolgenden Schema bedeutet $m : m'$ jenen Normalenwinkel der Prismenflächen, welcher von der mittleren Elasticitätsaxe $\mathfrak{b}$ halbirt wird. Dabei können zwei Fälle eintreten:

1) fällt $\mathfrak{b}$ mit der Makroaxe (a) zusammen, dann ist $m : m' > 90^0$
2) fällt $\mathfrak{b}$ - - Brachyaxe (b) - - - $m : m' < 90^0$.

Dieses Wechselverhältniss ist am instructivsten in der Reihe der rhombischen Carbonate erkennbar. Diese leisten, da ihr Prismenwinkel nahezu 60^0 ist, dem Gesetze I a Folge.

Ist $\mathfrak{b} \parallel a$, so ist $\varrho > v$ und die Axenebene brachydiagonal $[\infty\breve{P}\infty]$,
ist $\mathfrak{b} \parallel b$, - - $\varrho < v$ - - - makrodiagonal $[\infty\bar{P}\infty]$.

Beim Aragonit und Strontianit ist die Axenebene $\parallel \infty\bar{P}\infty$ daher auch $\varrho < v$
- Cerussit und Witherit - - - $\parallel \infty\breve{P}\infty$ - - $\varrho > v$.

Daran schliessen sich, weil dieselben einen analogen Prismenwinkel haben:

der Kalisalpeter (α), dessen Axenebene $\parallel \infty \bar{P} \infty$, somit $\varrho < v$,
der Topas (ç), - - $\parallel \infty \breve{P} \infty$, - $\varrho > v$.

Es ist somit für obiges Dispersionsschema ganz gleichgültig, ob die spitze Bisectrix positiv oder negativ ist.

Da sich nach dem genannten Autor die »hemiëdrischen« Krystalle des prismatischen Systems gerade entgegengesetzt verhalten, so resultirt für dieselben das Schema:

$$m : m' < 90^0; \quad \varrho > v. \qquad m : m' > 90^0; \quad \varrho < v. \qquad \text{Ib}$$

Ein Vergleich der Glimmer mit hemiëdrisch-prismatischen Substanzen bezüglich der bestehenden Dispersionsverhältnisse wird dadurch erleichtert, dass bei den Glimmern die negative Bisectrix gegen die krystallographische Z-Axe sehr schwach geneigt ist.

Des Cloizeaux[18]) sagt über die Dispersionsverhältnisse der Glimmer Folgendes: »La dispersion des axes est appréciable dans les micas à axes écartés, ou les couleurs qui bordent les hyperboles indiquent toujours $\varrho > v$: elle est au contraire très-faible et quelquefois complétement nulle dans les micas à axes rapprochés; dans ces derniers, il m'a paru qu'on avait $\varrho > v$ lorsque le plan des axes coïncide avec la grande diagonale et $\varrho < v$, lorsqu'il coïncide avec la petite diagonale de la base.«

Diese schon im Jahre 1862 ausgesprochenen Sätze werden bestätigt durch die von Hofrath Tschermak[19]) gegebene Zusammenstellung der Dispersionsverhältnisse der Glimmer. Nur macht unter den brachydiagonalen Gliedern dieser Gruppe der Zinnwaldit eine Ausnahme. Für diesen geben sowohl Tschermak als auch v. Lang[20]) $\varrho > v$ an. Unter den makrodiagonalen Glimmern soll nach ersterem Autor der Margarit die Dispersion $\varrho < v$ besitzen. Nach v. Lang gilt jedoch für diesen Glimmer $\varrho > v$. Nach letzterer Angabe würde der Margarit vollkommen mit den übrigen makrodiagonalen Glimmern übereinstimmen.

Den echten Glimmern schliessen sich in Bezug auf Form und optisches Verhalten die Chlorite sehr innig an. Aus v. Lang's Beobachtungen folgt, dass der Chlorit brachydiagonal und dessen Dispersion $\varrho < v$ sei. Dasselbe findet bei dem ebenfalls brachydiagonalen Klinochlor statt. Der Talk ist nach Des Cloizeaux[21]) makrodiagonal, und damit in Uebereinstimmung ist $\varrho > v$.

Aus dem Gesagten geht hervor, dass »der überwiegenden Mehrzahl der Glimmer, wenn dieselben makrodiagonal sind, das Symbol $\varrho > v$, wenn sie brachydiagonal sind, das Symbol $\varrho < v$ zukommt«. Ihre Dispersionsverhältnisse sind daher denen der holoëdrisch-rhombischen Carbonate gerade entgegengesetzt. Nach ihrem optischen Verhalten schliessen sich vielmehr die monoklinen Glimmer eng an die »hemiëdrischen« Krystalle des prismatischen Systems an und ordnen sich von diesem Gesichtspunkte aus

vollkommen dem Schrauf'schen Gesetz [vergleiche oben I b] unter. Andererseits erlaubt die Bezeichnung makrodiagonale und brachydiagonale Glimmer auch recht deutlich die Beziehung der Axenlage und der Dispersion in prägnanter Weise darzustellen.

II. Die regelmässige Verwachsung verschiedener Glimmerarten.

§ 1. Die Umwachsung von Muscovit um Lepidomelan. Schon in der Einleitung wurde erwähnt, dass die Constituenten des Schüttenhofer Pegmatitgranits: Mikroklin, Quarz, schwarzbrauner und weisser Glimmer sind.

Der schwarzbraune Glimmer findet sich in undeutlichen Krystallen, welche wegen der vorherrschenden Entwickelung eines Flächenpaares der hexagonalen Säule nach einer Richtung leistenartig verlängert sind. Derselbe ist schwach zweiaxig und brachydiagonal, somit ein echter Lepidomelan, was auch die Analyse bestätigt.

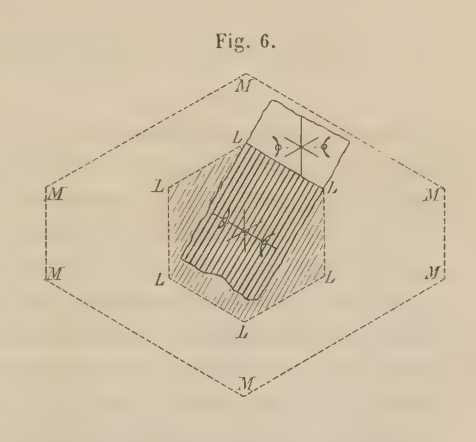
Der neben dem Lepidomelan auftretende Muscovit ist silberweiss bis tombackbraun und selten krystallographisch contourirt. Die Axenebene steht senkrecht zur Symmetrieebene Dieser Kaliglimmer ist daher makrodiagonal. Der scheinbare Axenwinkel in Luft beträgt:

$$EE_{\varrho} = 70^0\ 40'$$
$$EE_{Na} = 70\quad 4.$$

Eine Dispersion der Axenebene ist im Axenbilde nicht zu erkennen. Ebenso ist die scheinbare Neigung der negativen Bisectrix zur Plattennormale höchstens $\frac{1}{2}^0$.

Diese beiden Glimmer, Muscovit und Lepidomelan, finden sich sehr häufig in regelmässiger Umwachsung. Der Lepidomelan bildet dann stets den Kern der Association, der Muscovit den bald breiteren, bald schmäleren Saum. Die Grenze beider Varietäten ist scharf ausgeprägt und entspricht einer Seite der hexagonalen Säule. An einem abgebrochenen Blättchen, welches keine krystallographische Begrenzung erkennen liess (Fig. 6), machte ich folgende Beobachtungen.

Fig. 6.



Die optische Axenebene des Lepidomelans LL, welcher in nebenstehender Zeichnung durch Schraffirung gekennzeichnet ist, liegt parallel zum

Leitstrahl der Schlagfigur. Der Lepidomelan ist daher brachydiagonal. Demselben Leitstrahl parallel ist die Grenzlinie beider Glimmer. 60° gegen ihn geneigt ist der Leitstrahl des makrodiagonalen Muscovits (*MM* Fig. 6). Die Axenebenen beider Glimmer bilden einen Winkel von 30°, weil der eine Glimmer makro-, der andere brachydiagonal ist. Beide Glimmer befinden sich somit in Zwillingsstellung nach ∞P.

Zur Erklärung des von mir untersuchten Präparates ist nothwendig anzunehmen, dass ein in Folge der Zwillingsstellung um circa 120° gegen den Lepidomelan verwendetes Muscovitindividuum den ersteren mantelartig umgiebt. In Figur 6 [siehe oben] habe ich die theoretische Gestalt dieser Verwachsung durch punktirte Linien angedeutet.

Eine Verzwillingung zweier verschiedener Glimmerarten beschrieb zuerst v. Lasaulx [22]. An seinem Präparate war ∞P zugleich Verwachsungsebene; ausserdem zeigte der umwachsende Muscovit krystallographische Begrenzung.

Nach G. Rose [23], welcher eine ähnliche Verwachsung aus dem Granite des Kapellenberges bei Schönberg im sächsischen Voigtlande beschrieb, sind der makrodiagonale Muscovit und der centrale einaxige Glimmer zu einander parallel. Vielleicht ist auch dieser Glimmer ein Lepidomelan mit sehr kleinem Axenwinkel, und die parallele Anlagerung nur eine scheinbare.

Ich erwähne schliesslich die interessante Thatsache, dass jene Muscovite, deren Verwachsung mit dem Lepidomelan [Biotit] bis jetzt studirt worden ist, einen fast gleichen Winkel der optischen Axen besitzen.

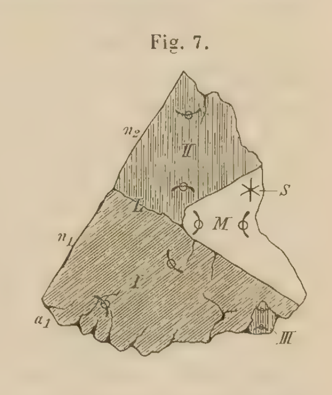
Muscovit aus dem Granit des Kapellenberges	$EE = 71^0\ 34'$		[Rose]
- aus dem Pegmatit von Middletown	$EE = 69,5$	für Roth	[Lasaulx]
- - - - - -	$EE = 67^0\ 40'$	für Blau	-
- aus dem Pegmatit v. Schüttenhofen	$EE = 70\ \ 40$	- Roth	[Schar.]
	$EE = 70\ \ \ 4$	- Gelb	-

Die angeführten Muscovite sind makrodiagonal und haben mit Ausnahme des ersteren, wo Rose keine Angabe darüber macht, $\varrho > v$, entsprechend dem Schema Ib [vergleiche I. § 5].

§ 2. Die regelmässige Verwachsung von Kali- und Lithionglimmer. In jenen centralen Partien des Granitganges, welche durch die Association von blättrigem Albit, schwarzem Turmalin, grauem Quarz und grünlichweissem Muscovit ausgezeichnet sind, findet sich die regelmässige Umwachsung von Lithion- um Kaliglimmer. G. Rose [24] hat solche regelmässige Verwachsungen von Muscovit und Lepidolith zuerst von Schaitansk bei Mursinsk im Ural beschrieben. Dieser Autor erwähnt, dass der Lepidolith in einem schmalen Saume den in sechsseitiger Tafel regelmässig ausgebildeten zweiaxigen Glimmer umgiebt und dass die Ränder beider »parallel«

sind. Hiervon machen die Belegstücke des Schüttenhofer Vorkommens eine Ausnahme. Besonders sind es jene Handstücke, auf welchen der jüngere Lepidolith deutliche krystallographische Contouren zeigt. Die äusseren Umrisse des Lithionglimmers sind zu den Kanten des Muscovits »nicht parallel«. Besser als Worten dürfte es nebenstehender Zeichnung (Fig. 7) gelingen, die an den Handstücken sichtbaren Verhältnisse klarzulegen. *M* ist ein grünlichweisser Muscovit, welcher eine deutliche Federstreifung zeigt, und in der Mitte geknickt ist. Krystallographische Begrenzung [$1\bar{1}0$, $0\bar{1}0$, $\bar{1}\bar{1}0$] lässt derselbe nur dort erkennen, wo der Lepidolith *L* regelmässig mit ihm verwachsen ist. Von einer derartigen Verwachsung wurde ein $\frac{3}{4}$ mm dickes Blättchen abgespalten.

Fig. 7.



Der »Lithionit« in diesem Blättchen besitzt, zwischen gekreuzten Nicols betrachtet, wenige Stellen, welche vollkommen homogen sind; daher bleibt der grösste Theil des Präparats stets hell. Trotzdem waren im Lepidolith drei optisch verschieden orientirte Individuen zu erkennen. Von diesen stimmen die in der obenstehenden Figur 7 mit II und III bezeichneten hinsichtlich der Lage ihrer Elasticitätsaxen vollkommen überein.

Die optische Axenebene des Lithionitindividuums I bildet mit der optischen Axenebene des Individuums III einen Winkel von ungefähr 60°. Mittelst der Schlagfigur liess sich beim Lepidolith die Lage der optischen Axenebene gegen die Symmetrieebene nicht feststellen. Denn die innige Verzwillingung des Lithionites verhinderte die Herstellung derselben. Mit den am Präparat sichtbaren Kanten n_1 und n_2 bilden die entsprechenden optischen Axenebenen Winkel von circa 30°.

Der »Muscovit« löscht einheitlich aus. Er ist makrodiagonal und seine Schwingungsrichtungen coïncidiren mit denen der Lepidolithindividuen II und III. Doch steht die optische Axenebene des Muscovits senkrecht zu der des Lepidolithindividuums II. Bezüglich der übrigen optischen Eigenschaften des Kali- und Lithionglimmers verweise ich auf das in I. § 3 Gesagte.

Aus dem am Lithionit des Präparats gemessenen »ebenen« Winkeln berechnen sich die Normalwinkel für nachstehende Combinationen wie folgt:

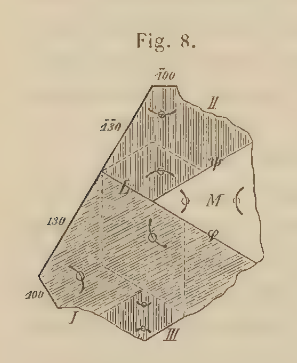
$n_1 : n_2 =$	2° 22′ ausspringend;	in Tabelle (S. 5) berechnet	1° 22′
$a_1 : n_1 =$	59 35	- - - -	59 39½

Letzterer Winkel stimmt mit dem Winkel (100):(130) aus der Tabelle.

Die Differenz zwischen dem beobachteten Werthe des ausspringenden Winkels $n_1 : n_2 = 2^0 22'$ und dem berechneten [$1^0 22'$] ist erklärlich, da der Scheitel dieses Winkels schlecht erhalten ist. Deshalb konnte auch die mikroskopische Messung desselben nicht absolut genau sein. Dieser Winkel ist aber schon mit freiem Auge als ein »ausspringender« Winkel erkennbar. Nach dem in I. § 2 Gesagten kann ein ausspringender Winkel, unter der Voraussetzung einer Zwillingsbildung nach ∞P, nur von den juxtaponirten Flächen der Zonen [130 : 001] und [$\underline{13}0$: $00\underline{1}$] gebildet werden. Es ist somit zweifellos, dass die nach ∞P verzwillingten Lepidolithindividuen I und II im Präparate (Fig. 7) von Kanten begrenzt werden, welche der Zone $\infty P3 : 0P$ angehören*), und dass auch der mit dem Muscovit verwachsene Lepidolith brachydiagonal sei. Dies bestätigt auch die beobachtete Dispersion der Axen.

Die theoretische Tektonik des beschriebenen Präparates ist somit folgende: Zwei brachydiagonale Lithionitindividuen, begrenzt von Flächen aus den Zonen [130 : 001] und [100 : 001] sind nach dem Zwillingsgesetze nach ∞P mit einander verwachsen (Fig. 8). Das Lithionitindividuum III ist in Repetitionsstellung. Die Verwachsung des makrodiagonalen Muscovits (M) mit dem Lepidolith kann auf zweifache Art gedeutet werden:

Fig. 8.



1) Entweder ist der Muscovit mit dem Lithionitindividuum II »parallel verwachsen«, dann ist die Kante φ zwischen M und I (Fig. 8) eine Ueberwallungskante;

2) oder es ist der Muscovit mit dem Lithionitindividuum I nach ∞P verzwillingt, dann ist ψ, die Kante zwischen M und II, eine Ueberwallungskante.

Für die zweite Annahme und deshalb für wahre Verzwillingung spricht der Umstand, dass beim Abspalten dünner Blättchen sich der Lepidolith vom Muscovit an der Kante ψ leichter loslöste, als an der Kante φ. Dieses Verhalten kennzeichnet die Kante ψ als Ueberwallungskante. Die regelmässige Verwachsung beider Glimmerarten stellt sich im vorliegenden Falle dar als eine analoge Zwillingsbildung, wie jene, welche in II. § 1 besprochen wurde. Nur ist der Lithionglimmer der Verwachsung Muscovit-Lepidolith selbst wieder verzwillingt, indess der Kaliglimmer der Verwachsung Muscovit-Lepidomelan keine Zwillingsbildung erkennen lässt.

*) Flächen aus der Zone [130 : 001] beobachteten Marignac, Hessenberg und v. Kokscharow[25]) an Glimmerkrystallen vom Baikalsee, Ilmengebirge und Greenwood-Furnace.

Das Raumsegment, welches theoretisch die Lepidolithindividuen I und II für den Muscovit frei lassen, beträgt 59° 19′. Es ist somit um 0° 35′ kleiner, als der ebene Winkel der Prismenflächen. Dieser Körperwinkel beträgt nach v. Kokscharow 59° 54′. Da der Muscovit älter ist als der Lithionit und das Lithionitindividuum I mit dem Muscovit verzwillingt ist, muss von dem räumlichen Missverhältniss das Lithionitindividuum II betroffen worden sein. Die dadurch entstandene Pressung gegen das Centrum mag auch die Ursache des weniger innigen Contactes an der Kante ψ bilden.

§ 3. Die chemische Constitution der Glimmer des Granitpegmatitganges von Schüttenhofen. Der Vollständigkeit halber führe ich hier auch die Resultate der von mir bisher ausgeführten Analysen jener Glimmer an, welche im Vorhergehenden besprochen wurden.

	I. Lepidomelan, $d = 3{,}083$.	II. Muscovit, $d = 2{,}855$.	III. Lepidolith, $d = 2{,}838$.
F	0,7	0,2	5,7
SiO_2	33,6	43,6	49,2
Al_2O_3	20,0	36,8	25,3
Fe_2O_3	8,0	0,5	—
FeO	18,0	0,8	0,8
MnO	0,9	0,2	0,9
MgO	4,5	—	—
CaO	Spur	0,2	—
K_2O	11,4	11,1	10,0
Na_2O	0,5	0,2	1,5
Li_2O	1,4	0,4	5,0
H_2O	2,2	5,5	1,8

Diese Zahlen genügen, um die chemischen Unterschiede dieser drei Glimmervarietäten hervorzuheben. Nach Abschluss der Controlanalysen gedenke ich die genaueren Daten in der Eingangs erwähnten chemisch-paragenetischen Arbeit zu publiciren.

§ 4. Uebersicht der Resultate. Als Resultate der vorliegenden Arbeit ergeben sich folgende Sätze:

1) Die Winkelverhältnisse des pfirsichblüthrothen Lepidolithes von Schüttenhofen [$\infty P \sim 120^0\, 41'$] nähern sich, soweit die in I. § 2 angegebenen Zahlen den Schluss erlauben, wenigstens in der Prismenzone jenen des Muscovites.

2) Das Zwillingsgesetz, welches den polysynthetischen Bau der Lepidolithblättchen begründet, ist dasselbe, wie bei den übrigen Glimmern. Darnach ist Zwillingsfläche: ∞P, wenn man mit Zirkel-Rath $\beta =$

89° 59′ 50″ annimmt, oder die zu $0P$ senkrechte Fläche der Zone $\infty P : 0P$, wenn man wie Tschermak $\beta = 84° 57'$ setzt.

3) Die Glimmer bekunden nicht nur in krystallographischer Beziehung eine innige Verwandtschaft mit dem hexagonalen und rhombischen System, dieselbe erstreckt sich auch auf die optischen Eigenschaften. Besonders sind die Dispersionsverhältnisse der »monosymmetrischen« Glimmer jenen der »hemiëdrischen« Krystalle des rhombischen Systems ähnlich. Die brachydiagonalen Glimmer haben $\varrho < v$, die makrodiagonalen $\varrho > v$, was die Schrauf'sche Regel erwarten liess.

4) Es kommen nicht nur, wie Rose gezeigt, bei den Glimmer Verwachsungen von ein- und zweiaxigen, sondern auch solche von makro- und brachydiagonalen Glimmern vor. Der Beweis hierfür wurde zuerst von Lasaulx und jetzt von mir erbracht. Bei den letzteren Verwachsungen ist die Aneinanderlagerung beider Glimmer keine parallele, sondern dieselbe wird in der Regel beherrscht von dem Zwillingsgesetze nach ∞P. Treten noch als äussere Begrenzung Flächen auf, welche nicht den Zonen $\infty P : 0P$ und $\infty \breve{P} \infty : 0P$ angehören, dann sind auch die Contouren beider Glimmer »nicht parallel«. Letzteres ist bei der Verwachsung Lithionit-Muscovit von Schüttenhofen der Fall.

Mineralogisches Museum der k. k. Universität Wien. März 1886.

Literatur.

1. [S. 2] Tschermak, Die Glimmergruppe. Diese Zeitschr. 1878, **2**, 14. **2.** [S. 2] Grailich, Die Bestimmung der Zwillinge im prismatischen System mit Hülfe des polarisirten Lichtes. Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1853, **10**, 193. **3.** [S. 2 u. 4] Naumann-Zirkel, Lehrbuch der Mineralogie 1885, S. 615 und vom Rath, Pogg. Annalen Erg.-Bd. **6**, 366. **4.** [S. 2] Grailich, l. c. S. 207. **5.** [S. 3] Bauer, Ueber einige physikalische Verhältnisse des Glimmers. Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1874, **26**, 137. **6.** [S. 3] v. Kokscharow, Das Krystallsystem und die Winkel des Glimmers. Mem. d. k. Akad. zu Petersb. 1877, Tom. XXIV, No. 9, 11. Diese Zeitschr. **2**, 96. **7.** [S. 3] Grailich, l. c. S. 209. **8.** [S. 4] v. Kokscharow, Mat. **7**, 241. **9.** [S. 4] v. Kokscharow, Mat. **2**, 147. **10.** [S. 6] Hintze, Pogg. Ann. 1875, **155**, 66. **11.** [S. 7] Bauer, Lehrbuch der Mineralogie 1886, 150. **12.** [S. 7] Schrauf, Bestimmung der optischen Constanten krystallisirter Körper. Pogg. Ann. 1861, **112**, 588; ferner: Analogien zwischen dem rhombischen und prismatischen Krystallsystem. Neues Jahrb. f. Min. 1865, S. 46. **13.** [S. 7] Kohlrausch, Ermittlung von Lichtbrechungsverhältnissen fester Körper mittelst Totalreflexion. Diese Zeitschr. 1878, **2**, 100. **14.** [S. 7] Matthiessen, Ueber eine neue Messmethode der Constanten optisch ein- und zweiaxiger Körper. Schlö-

milch's Zeitschr f. Math. u. Phys. 1878, **23**, 187. Diese Zeitschr. **3**, 330. **15.** [S. 8] Bauer, Ueber das Krystallsystem und die Hauptbrechungscoëfficienten des Kaliglimmers. Monatsber. der Berliner Akad. 1877, S. 684. Diese Zeitschr. **3**, 237. **16.** [S. 9] Schrauf, Pogg. Ann. 1861, **112**, 588. **17.** [S. 9] Schrauf, Lehrbuch der physikalischen Krystallographie 1868, S. 307. **18.** [S. 10] Des Cloizeaux, Manuel de la minéralogie 1862, **1**, 489. **19.** [S. 10] Tschermak, l. c. S. 49. **20.** [S. 10] Grailich-Lang, Untersuchungen über die physikalischen Verhältnisse krystallisirter Körper. I. Sitzungsber. d. Wien. Akad. 1858, **27**, 44. **21.** [S. 10] Des Cloizeaux, l. c. S. 97. **22.** [S. 12] v. Lasaulx, Ueber die Verwachsung zweier Glimmer von Middletown, Connecticut. Neues Jahrb. f. Min. 1878, S. 630. Diese Zeitschr. **5**, 273. **23.** [S. 12] G. Rose, Ueber die regelmässige Verwachsung der verschiedenen Glimmerarten untereinander, sowie mit Pennin und Eisenglanz. Monatsber. d. Berliner Akad. 1869, S. 342. **24.** [S. 12] G. Rose, l. c. S. 343. **25.** [S. 14] v. Kokscharow, Mat. **7**, 236.

II. Ueber die Structur und die mikroskopische Beschaffenheit von Speiskobalt und Chloanthit.

Von

H. Baumhauer in Lüdinghausen.

(Mit Taf. I und II.)

Da ich in letzter Zeit bemüht war, solche undurchsichtige Mineralien ausfindig zu machen, deren mikroskopische Untersuchung Erfolg verspricht, so folgte ich gern einer Aufforderung des Herrn Groth, eine derartige Prüfung von Speiskobalt und Chloanthit zu unternehmen, mit deren chemischer Untersuchung gerade Herr Vollhardt in München beschäftigt ist. Bekanntlich hat Herr Groth schon früher*) die Ansicht ausgesprochen, die Zusammensetzung der beiden genannten Mineralien sei, entsprechend ihrer Zugehörigkeit zur pentagondodekaëdrischen Hemiëdrie, durch die allgemeine Formel RAs_2 (isomorph mit FeS_2) auszudrücken. Er sagt: »Speiskobalt und Chloanthit, welche durch Uebergänge mit einander verbunden und daher nicht scharf zu trennen sind, zeigen dieselbe Hemiëdrie und die gleichen thermoëlektrischen Eigenschaften, wie der Eisenkies, sind demnach unzweifelhaft mit demselben isomorph. Ein Theil der Analysen führt in der That auch auf die entsprechende Formel RAs_2, andere dagegen geben theils mehr, theils weniger Arsen. Die letzteren sind sämmtlich mit mechanischen Gemengen angestellt, wie man sich leicht überzeugen kann, wenn man einen Krystall von Schneeberg oder Richelsdorf anschleift und die polirte Schliffläche mit Salpetersäure oder Chlorwasser behandelt; es zeigt sich alsdann, dass die Krystalle aus übereinander gelagerten, abwechselnden Schichten eines leichter und eines schwerer angreifbaren Körpers bestehen. Wie in einer demnächst erscheinenden Arbeit von Vollhardt gezeigt wird, ist der eine arsen- und kobaltreicher, also wahrscheinlich Tesseralkies $CoAs_3$, wenn die Zusammensetzung des ganzen

*) Tabellar. Uebers. der Min. Aufl. 2., S. 18.

Krystalls einem grösseren Arsengehalt, als der Formel RAs_2, entspricht. Vorkommen mit geringerem Gehalt an Arsen sind jedenfalls mit einem niedrigeren Arsenid gemengt, höchstwahrscheinlich mit RAs, denn die letztere Verbindung erscheint als Arsennickel ganz gewöhnlich mit Chloanthit gemengt, verräth sich dann aber durch ihre rothe Farbe, was bei dem jedenfalls auch existirenden Arsenkobalt, $CoAs$, nicht der Fall zu sein scheint. Die ziemlich seltenen, vollkommen homogenen Speiskobalte und Chloanthite besitzen genau die der Formel RAs_2 entsprechende Zusammensetzung. Dieselbe Formel kommt auch dem Wismuthchloanthit von Wolkenstein zu, einem von Vollhardt analysirten Chloanthit, welcher 8 % Wismuth in theilweiser Vertretung von Arsen enthält.«

Wie aus diesen Bemerkungen hervorgeht, ist die Frage nach der wirklichen Formel des Speiskobalt und Chloanthit nicht allein durch die chemische Analyse zu entscheiden, sondern es ist hierzu auch eine möglichst eingehende mikroskopische Untersuchung nothwendig, welche constatiren muss, ob die betreffenden Krystalle homogen sind oder nicht, und im letzteren Falle wo möglich auch, aus welchen Substanzen sie sich zusammensetzen.

Indem nun Herr Vollhardt die chemische Prüfung vornahm, deren Resultate er demnächst publiciren wird, entschloss ich mich gern, die mikroskopische Structur der beiden Mineralien zu erforschen. Als Material zu dieser Untersuchung sandte mir Herr Groth, dem ich hierfür besten Dank sage, folgende, gleichzeitig von Herrn Vollhardt zu analysirende Proben: 1) Chloanthit von Wolkenstein (s. oben), 2) desgl. von Schneeberg, 3) Speiskobalt von Schneeberg, 4) desgl. von Markirch. Ausserdem hatte Herr Geheimrath Zirkel die Güte, mir auf meine Bitte eine Anzahl von Handstücken aus der Leipziger Universitätssammlung zur Verfügung zu stellen. Dem genannten Herrn spreche ich gleichfalls herzlichen Dank aus. Nachdem ich im Folgenden zunächst die Erscheinungen beschrieben habe, welche ich an dem mir von Herrn Groth übersandten Material beobachtete, werde ich in einem zweiten Theile dasjenige mittheilen, was ich an den Proben der Leipziger Sammlung wahrnehmen konnte.

I.

1) Chloanthit von Wolkenstein (Fig. 1 und 2). Von diesem seltenen Vorkommen stand mir nur ein einziger, ziemlich grosser Krystall der Würfelform zu Gebote. Da derselbe ausserdem zur chemischen Analyse benutzt werden sollte und demnach möglichst wenig Substanz verlieren durfte, so schliff ich nur eine Würfelfläche und eine zweite kleinere, nicht orientirte Fläche an. Beide liessen nach dem Anschleifen und Poliren keine fremden Beimengungen erkennen, nur auf dem Würfelschliffe schienen an einzelnen Stellen sehr kleine, fast silberglänzende Einschlüsse

vorhanden zu sein. Nach kurzem Aetzen mit heisser verdünnter Salpetersäure (1 Vol. Wasser auf 1 Vol. Säure) trat hingegen eine complicirte Structur der beiden Flächen hervor, wovon Fig. 1 und 2 ein Bild geben. Die Beobachtung der Flächen geschah hier wie in den übrigen Fällen im auffallenden, durch eine am Tubus des Mikroskops angebrachte, verstellbare Sammellinse concentrirten Lichte (meist Lampenlicht) und bei 60- bis 100facher Vergrösserung. Es empfiehlt sich oft, die zu betrachtende geätzte Fläche anzufeuchten oder mit Firniss zu überziehen, wodurch die Details bedeutend schärfer hervortreten.

Fig. 1 stellt etwa die Hälfte des Würfelschliffes, Fig. 2 den anderen nicht orientirten Schliff dar. Wie die erste Figur lehrt, besteht der Krystall aus zweierlei, nach dem Aetzen verschieden erscheinenden Partien, nämlich aus helleren, welche in der Figur weiss gelassen sind, und aus dunkleren, mehr grauen, welche punktirt sind. Die letzteren werden im Allgemeinen von den ersteren umrahmt. Die dunkleren Theile sind zuweilen eigenthümlich begrenzt, so dass überraschende Contouren hervortreten, welche stellenweise auf eine Zwillingsverwachsung hinzudeuten scheinen. Doch spricht, abgesehen von der ungleichen Färbung der verschiedenen Partien, der Umstand, dass an manchen Stellen des Schliffes, wie auch auf der in Fig. 2 dargestellten Fläche, hellere und dunklere Theile in welligen, mehr oder weniger parallellaufenden Streifen resp. Schichten mit einander abwechseln, gegen eine solche Deutung. Vielmehr muss man annehmen, dass zwei verschiedene Substanzen an dem Aufbau des Krystalls betheiligt sind und dabei theilweise in dünnen Schichten, theilweise in grösseren Massen auftreten, resp. mit einander abwechseln. Namentlich die dunkleren Theile sind vielfach von Höhlungen resp. Lücken in der Krystallsubstanz durchsetzt. Sie verändern bei einer vollen Horizontaldrehung im Verhältniss zu den helleren Partien im Allgemeinen ihr Aussehen nicht, nur bei gewissen Stellungen erscheinen einzelne Theile heller, was darauf zurückzuführen ist, dass sich daselbst eine mehr oder weniger feine Streifung findet, welche in der betreffenden Lage das auffallende Licht besonders stark reflectirt. Welcher Art diese Streifung ist, ob sie auf Wachsthumsschichten oder zwillingsartig verbundene Lamellen zurückzuführen sei, ist schwer zu entscheiden. Hinsichtlich Fig. 2 sei noch bemerkt, dass die betreffende Fläche gleichfalls mehrfach durch Vertiefungen, welche im Innern des Krystalls vorhandene Hohlräume verrathen, unterbrochen ist: in der Zeichnung sind solche Stellen durch gekreuzte Schraffirung bezeichnet. Im Uebrigen wechseln hellere und dunklere Lagen ab; zuweilen gehen dieselben, was in der Figur allerdings nicht wiedergegeben ist, an der gemeinschaftlichen Grenze allmählich in einander über. Dies deutet darauf hin, dass daselbst eine Vermischung der beiden am Aufbau des Krystalls betheiligten Substanzen stattgefunden hat.

Es entsteht die Frage, ob die beschriebene Zusammensetzung des Krystalls vielleicht auf den von Vollhardt nachgewiesenen Wismuthgehalt zurückzuführen sei. Es wäre denkbar, dass die beiden Componenten $CoAs_2$ und $CoBi_2$ seien. Allerdings spricht gegen eine solche Annahme der geringe, nur 8 % betragende Gehalt an Wismuth.

Eine zweite, nicht angeschliffene Würfelfläche liess nach dem Aetzen auf einzelnen, besonders glatten Theilen ziemlich scharfe Aetzfiguren erkennen. Dieselben besassen die Form eines Rhombus oder auch eines an den Ecken etwas abgestumpften Rechtecks, wobei die längere Diagonale resp. Seite einer Würfelkante parallel ging. Diese Form der Aetzfiguren spricht, wenn sie — was in diesem einzelnen Falle wohl nicht mit Sicherheit entschieden werden konnte — eine wirklich gesetzmässige ist, für die pyritoëdrische Hemiëdrie, übereinstimmend mit der Auffassung von Groth. Dazu kommt, dass die betreffenden Flächentheile an verschiedenen Stellen die Aetzfiguren gruppenweise in zwei abweichenden Lagen zeigten, indem hier die längere Diagonale resp. Seite der einen, dort der anderen Würfelkante parallel ging. Die verschieden gelagerten Aetzfiguren waren also um 90° gegen einander gedreht und machten den Eindruck, als liege eine Zwillingsverwachsung nach ∞O vor, wie sie bekanntlich beim Schwefelkies auftritt. Zu weiteren Beobachtungen reichte indes der eine mir zu Gebote stehende Krystall nicht aus.

2) Chloanthit von Schneeberg (Fig. 3). Die mir von diesem Vorkommen von Herrn Groth übersandten Stücke zeigten nur Andeutungen von Krystallflächen. Ein wesentlicher Unterschied zwischen ihnen und dem Krystalle von Wolkenstein trat sofort beim Anschleifen hervor: der Chloanthit von Schneeberg zeigt auf den angeschliffenen und etwas polirten Flächen verschieden beschaffene Theile, noch ehe derselbe einer Aetzung unterworfen wurde. Man unterscheidet vier verschiedene Componenten: *a*. stark metallglänzende, hellgraue Theile; *b*. mehr matte, metallglänzende, graue; *c*. fast schwarz erscheinende Partien; *d*. vereinzelte Einschlüsse einer metallglänzenden, kupferrothen Substanz, ohne Zweifel Kupfernickel $NiAs$. Die Grenzen zwischen den einzelnen Bestandtheilen verlaufen fast stets unregelmässig krummlinig; zuweilen sind Theile *a* von solchen *c* umschlossen. Fig. 3 zeigt sämmtliche: *a* weiss gelassen, *b* punktirt, *c* schwarz, *d* gestrichelt.

Einen wesentlichen Unterschied zwischen *a* und *b* — abgesehen von der unebeneren Beschaffenheit der Theile *b* — konnte ich nicht ermitteln. Nach dem Aetzen mit verdünnter Salpetersäure erschienen die glänzenden Theile *a* wie zusammengeschrumpft. Die mikroskopische Betrachtung lehrte, dass sich in denselben eine grosse Zahl kleiner, weniger glänzender Felder gebildet hatte, so dass die Vermuthung nahe liegt, die Theile *a* seien noch wieder aus zwei verschiedenen Substanzen zusammengesetzt. —

ähnlich wie beim Chloanthit von Wolkenstein die beiden Componenten erst nach dem Aetzen sichtbar werden. Die auf der polirten Fläche dunkel resp. schwarz erscheinenden Theile *c* zeigen bei mikroskopischer Betrachtung ein Verhalten, ähnlich einem durchsichtigen, auf undurchsichtiger Unterlage ruhenden Körper. In gewissen Richtungen beleuchtet lassen sie sehr deutlich eine grosse Zahl von schimmernden Spaltflächen erkennen. Das betreffende Mineral besitzt also eine ausgezeichnete Spaltbarkeit. Fährt man mit einer spitzen Nadel über eine solche Partie hin, so bemerkt man, dass der Strich derselben weiss und die Härte gering ist. Das abgelöste Pulver erweist sich im durchfallenden Lichte u. d. M. als farblos und durchsichtig. Beim Bestreichen der polirten Fläche mit verdünnter Salzsäure werden diese Theile stark angegriffen resp. gelöst, und es findet daselbst eine lebhafte Gasentwicklung statt, ohne dass man einen charakteristischen Geruch bemerkt. Aus allen diesen Beobachtungen schliesse ich, dass es sich um nichts anderes als Kalkspath handelt, welcher in unregelmässig begrenzten Partien in der Masse des Chloanthits vertheilt ist.

Das durch seine rothe Farbe scharf hervortretende Kupfernickel kommt nur in verhältnissmässig kleinen und vereinzelten Einschlüssen vor. Sein Einfluss auf die chemische Zusammensetzung dieses Vorkommens wird demnach nur ein geringer sein.

3) Speiskobalt von Schneeberg (Fig. 4—7). An diesen Krystallen beobachtete ich eine Reihe von Erscheinungen, deren Deutung bei der Neuheit des Gegenstandes manchmal noch Schwierigkeiten begegnet.

a. Die natürlichen Würfelflächen weisen eine mehr oder weniger grosse Zahl feiner Leistchen auf, welche diagonal angeordnet sind und sich stellenweise kreuzen. Diese Leistchen resp. die dadurch hervorgebrachte feine Streifung, welche sich auch auf einer zu $\infty O \infty$ annähernd senkrechten Anwachsfläche zeigte, scheint mir bestimmt auf eine wiederholte Zwillingsbildung nach O zurückzuführen zu sein. Ich stütze mich dabei auf eine Angabe von Groth*), welcher das Auftreten solcher Leistchen auf ∞O und $2O2$ an Krystallen von Annaberg folgendermassen beschreibt: »Die Flächen von ∞O und $2O2$ sind matt durch eine sehr feine Streifung, in erhabenen Leistchen bestehend, welche auf den Dodekaëderflächen in zwei schiefwinklig sich durchschneidenden Systemen auftreten, deren je eines auf einer benachbarten Ikositetraëderfläche, und zwar parallel deren Kante mit $\infty O \infty$, fortsetzt. Die Streifung hat demnach diejenige Richtung, welche eine Zwillingsstreifung haben müsste, bei welcher eingelagerte Lamellen nach mehreren Oktaëderflächen den Krystall durchsetzen.« Ganz Aehnliches beobachtete ich an später zu besprechenden Krystallen aus der Leipziger Sammlung.

*) Mineraliensammlung der Universität Strassburg, S. 43.

b. Fig. 6 stellt eine natürliche (nicht angeschliffene) Würfelfläche dar, welche kurze Zeit mit heisser verdünnter Salpetersäure geätzt wurde. Dieselbe zeigt auch nach dem Aetzen noch recht deutlich die eben erwähnten, auf Zwillingsbildung hinweisenden Leistchen parallel den beiden Diagonalen der Würfelfläche. Stellenweise (wie bei α) wechseln die annähernd in der Richtung einer Würfelkante zu Streifen geordneten und unter einander parallelen Leistchen einer Richtung mit ebensolchen der anderen Richtung ab. Die Linien, wo beide Systeme zusammenstossen, treten auf der Fläche als Erhöhungen resp. Vertiefungen auf. Manchmal kreuzen sich auch beiderlei Lamellen. Bei etwas genauerer Betrachtung der geätzten Fläche bemerkt man auf derselben eine eigenthümliche, fortificationsähnliche Zeichnung, dadurch hervorgebracht, dass gewisse scharf begrenzte (in der Figur punktirt gezeichnete) Theile vom Aetzmittel stärker angegriffen wurden und daher gegen die übrige Fläche etwas vertieft liegen. Ob man es hier schon mit, ihrer Substanz nach verschiedenen und demnach auch in ihrer Löslichkeit im Aetzmittel von einander abweichenden Schichten resp. Partien des Krystalls zu thun hat, wage ich einstweilen nicht zu entscheiden. Auffallend ist die im Allgemeinen geradlinige, wenn auch sprungweise und anscheinend ganz willkürlich ihre Richtung wechselnde Begrenzung der einzelnen Flächentheile.

c. Ein Krystall wurde mit einer Würfelfläche auf einen Objectträger gekittet und dann parallel jener Fläche auf einer matten Glasplatte abgeschliffen, jedoch nicht polirt. Nach einiger Zeit trat deutlich eine Moirée auf der angeschliffenen Fläche hervor. Es waren im auffallenden Lichte bestimmt zweierlei Felder zu unterscheiden, welche abwechselnd nach einer Horizontaldrehung des Präparats um 90° ihre grösste Helligkeit erreichten, je nachdem nämlich das Licht in der Richtung der einen Würfelkante oder in der Richtung der anderen die Platte traf. Dementsprechend und in dem Gedanken, dass durch das Abreiben auf der künstlich hergestellten Fläche Unebenheiten entstanden sein müssten, welche je in einer Lage die auffallenden Strahlen am stärksten reflectiren, habe ich in Fig. 4, welche einen Theil des in Rede stehenden Schliffes darstellt, beiderlei Flächentheile nach zwei, je einer Würfelkante entsprechenden Richtungen gestrichelt. Es gelang mir in der That, solche Unebenheiten resp. sehr kleine dichtgedrängte, das Licht reflectirende Flächen unter dem Mikroskop wahrzunehmen. Fällt das Licht senkrecht zu den kleinen Strichen in Fig. 4 auf, so erscheint der betreffende Flächentheil am hellsten; bei einer vollen Horizontaldrehung des Präparats erlangt also jeder Theil zweimal das Maximum und ebenso oft das Minimum seiner Helligkeit. An anderen Krystallen resp. Fragmenten konnte ich diese Erscheinung nicht oder doch nur weit weniger deutlich erhalten. Dies liegt wahrscheinlich daran, dass es mir nicht wieder gelang, den richtigen Grad der Glätte der Fläche durch Ab-

reiben zu treffen. Bleibt die Fläche zu rauh, so tritt ein Unterschied in der Richtung der stärksten Reflexion ebenso wenig hervor, wie dann, wenn die Fläche Politur angenommen hat.

Will man die beschriebene Erscheinung deuten, so liegt es nahe, an eine Zwillingsverwachsung des pyritoëdrischen Speiskobalt nach ∞O zu denken. Die verschiedenen Felder würden dann zwei sich unter 90° durchkreuzenden Individuen angehören, und wir hätten hier dasselbe Verhältniss, welches, wie oben bemerkt, durch die Art der Ausbildung und die ungleiche Lage der auf $\infty O \infty$ des Chloanthit von Wolkenstein stellenweise auftretenden Aetzfiguren ausgedrückt zu sein scheint.

d. Besonderes Gewicht legte ich auf die genauere Erforschung des schon von Groth beschriebenen Verhaltens polirter Schliffflächen von Speiskobalt gegen Aetzmittel. Die schönsten Resultate erhielt ich bei Anwendung von heisser, verdünnter Salpetersäure, deren Einwirkung die Flächen ganz kurze Zeit ausgesetzt wurden. An dem in Rede stehenden Material von Schneeberg schliff ich eine Fläche parallel O, eine solche parallel $\infty O \infty$ und eine nicht orientirte an. Gerade die letztere lieferte ein besonders gutes Präparat und möge deshalb zuerst beschrieben werden. Sie ist in Fig. 7 stark vergrössert und so genau wie möglich abgebildet, und zwar für den Fall, dass das Licht in der durch den eingezeichneten Pfeil angedeuteten Richtung auffällt. Wie man sieht, besteht die geätzte Fläche aus einem inneren, gleichmässigeren (in der Figur punktirten) Felde und einem breiten, dasselbe einfassenden Rande, welcher den äusseren Theilen des Krystalles entspricht. Letzterer zerfällt im Wesentlichen wieder in acht Theile, wovon jeder mit bestimmt gerichteten Streifen oder Bändern bedeckt ist.

Die Streifen verlaufen im Allgemeinen nach vier Richtungen. Zuweilen sind sie geradlinig, sehr fein und dicht gedrängt, an anderen Stellen erscheinen sie mehr unregelmässig gehäuft oder unterbrochen, oft wie abgeschnitten, nicht selten wellig gebogen, auch wohl geknickt. Meist zeigt sich deutlich, dass zwei verschiedene Substanzen, wovon die eine in Folge der Aetzung heller, die andere dunkler (schwarz) erscheint, schichtenweise abwechseln; die dunklere ist wohl die vom Aetzmittel am stärksten angegriffene. Ob auch bei den sehr feinen, geradlinigen Streifen, welche namentlich in den Eckfeldern (z. B. bei d) erscheinen und sich durch eine mehr gleichmässige Färbung auszeichnen, eine solche Abwechselung zweier verschiedener Componenten stattfindet, oder ob dieselben nur mehr als Wachsthumsstreifen aufzufassen sind, vermag ich einstweilen nicht zu entscheiden.

Die Schichten gehen im Allgemeinen den Grenzflächen des Krystalles parallel und schliessen einen im Ganzen homogenen Kern ein. In letzterem weist der Schliff noch zwei (in der Figur mit a bezeichnete) Einschlüsse von Kupferfarbe auf. Dieselben entsprechen entweder dem Kupfernickel,

dessen Vorkommen im Chloanthit bekannt ist, oder vielleicht einer demselben analogen Verbindung von der Formel $CoAs_2$. An einzelnen Stellen desselben Krystalles waren übrigens noch grössere Körner dieses Minerals eingeschlossen.

Wie bemerkt, stellt die Figur das Aussehen der Fläche für den Fall dar, dass das Licht in der Richtung des Pfeiles auffällt. Sowohl das Mittelfeld als auch dessen Fortsetzung bei *b* zeigen bei dieser Beleuchtung das Maximum der Helligkeit. Hell erscheinen zugleich die punktirten Theile der anderen Felder (z. B. bei *c*). Dreht man nun das Präparat, während die geätzte Fläche die horizontale Lage beibehält, so bemerkt man, dass sofort die Helligkeit aller dieser Theile resp. des ganzen Schliffes abnimmt und nach einer Drehung um 180⁰ ihr Minimum erreicht, wobei die Fläche fast ganz dunkel erscheint. Bei weiterer Drehung nimmt die Helligkeit wieder zu. Das Maximum der Helligkeit, welches die Fläche bei der in der Figur angegebenen Beleuchtung zeigt, ist jedenfalls darauf zurückzuführen, dass dieselbe mit sehr kleinen, u. d. M. nicht einzeln erkennbaren Aetzfiguren bedeckt ist, welche in jener Lage das auffallende Licht am stärksten reflectiren.

e. Fig. 5 stellt eine an dem nämlichen Krystalle hergestellte und gleichfalls mit Salpetersäure geätzte Schliffläche nach *O* dar. Auch hier zeigt sich ein Mittelfeld, welches im Allgemeinen heller erscheint, als der dreiseitige Rand, worin dunkle Streifen resp. längliche Partien ungefähr parallel den Kanten $O : \infty O \infty$ eingelagert sind. Jedoch zeigen sich auch, wenngleich nicht so markirt wie im Rande, in dem Mittelfelde dunklere und hellere Partien parallel der in der Figur eingezeichneten Streifung. Diese Streifung rührt indess nicht nur von solchen abwechselnden, chemisch differenten Theilen her, sondern es scheint, als sei sie zugleich oder gar wesentlich auf eingeschaltete Lamellen zurückzuführen. Fällt nämlich das Licht in der Richtung des Pfeiles *a* auf, so glänzt das Mittelfeld stark, und man erhält den Eindruck, als befänden sich in demselben viele kleine parallele, jedoch ungleich ausgedehnte und das Licht zurückwerfende Flächen. Mit Aetzfiguren hat die Erscheinung nichts gemein. Dass diese Lamellen nicht senkrecht zum Schliffe liegen, geht daraus hervor, dass die Fläche nach einer Horizontaldrehung um 180⁰ dunkel erscheint, dass also hierbei die Lamellen in einer für die Reflexion besonders ungünstigen Lage sich befinden. Wegen ihrer Richtung können übrigens die im Mittelfelde auftretenden Streifen nicht auf eine lamellare Zwillingsbildung nach *O*, woran man wohl denken könnte, zurückgeführt werden.

Stellt man den horizontalen Schliff so, dass das Licht in der Richtung des Pfeiles *b* auffällt, so erscheint das Mittelfeld g l e i c h m ä s s i g hell, wenn auch nicht ganz so hell, wie im obigen Falle. Hier sind es nun wahrscheinlich, wenn auch sehr kleine und einzeln nicht erkennbare Aetzeindrücke,

welche, über die Fläche gleichmässig vertheilt, in bestimmter Lage das Licht zurückwerfen. Nach einer Drehung um 180° erscheint das Feld wieder dunkel (ebenso wie für das Mittelfeld, Fig. 7, beobachtet wurde). Es giebt also im Ganzen zwei Richtungen, in welchen das auffallende Licht hier ein Maximum der Helligkeit herbeiführt, und beide Richtungen sind einseitig, d. h. nach einer Drehung um 180° tritt relativ grösste Dunkelheit ein.

f. Ein Schliff parallel einer Würfelfläche zeigte nach dem Aetzen gleichfalls einen stark ausgedehnten Kern, welcher von einem schmalen, bei der Drehung annähernd gleich dunkel bleibenden Rande eingefasst war. In diesem Rande traten hellere und dunklere, wellenförmig verlaufende Bänder und schmale Streifen auf. Der Kern wies freilich auch mehrfach hellere und dunklere Partien resp. Streifen auf, stellenweise auch eine moiréeartige Zeichnung; er zeigte jedoch im Gegensatz zum Rande eine allgemeine und lebhafte Aufhellung durch Reflexion des Lichtes, wenn letzteres in einer diagonalen Richtung (nicht parallel einer Würfelkante) auffiel. Diese einseitige Aufhellung musste überraschen. Sie harmonirt zwar mit der allgemeinen Aufhellung des Oktaëderschliffes (wenn das Licht in der Richtung des Pfeiles *b*, Fig. 5, auffällt), lässt sich jedoch mit den Symmetrieverhältnissen des Speiskobalt nicht in Einklang bringen. Rührt die Aufhellung, wie man bestimmt annehmen muss, von kleinen die Fläche bedeckenden Aetzeindrücken her, so müsste man erwarten, dass jedesmal dann grösste Helligkeit eintrete, wenn das Licht in diagonaler Richtung die Fläche trifft, also bei einer vollen Horizontaldrehung viermal. Auf einer Oktaëderfläche wäre ein dreimaliges Auftreten grösster Helligkeit vorauszusehen.

Spätere Beobachtungen an Leipziger Krystallen (s. unten) lieferten erst den Schlüssel zur Erklärung jenes auffallenden Verhaltens.

g. Hervortreten der Schichten beim Erhitzen. Es liess sich im voraus erwarten, dass die Schichten differenter Substanz, welche in den Krystallen von Speiskobalt auftreten, sich nicht nur gegen Aetzmittel, wie Salpetersäure, verschieden verhalten, sondern auch schon beim blossen Erhitzen der angeschliffenen Krystalle in Folge eines ungleichmässigen Verlustes an Arsen (resp. Abgabe von Arsenigsäureanhydrid) hervortreten würden. Diese Vermuthung wurde zunächst für das besprochene Vorkommen durch den Versuch bestätigt; eine angeschliffene und polirte Fläche zeigte nach dem Erhitzen in einem Glasröhrchen über der Lampe recht deutlich den feinen Schichtenbau. Es genügte eine Erhitzungsdauer von etwa $\frac{1}{2}$ bis 1 Minute. Später wandte ich diese Methode häufiger an, um rasch und auf einfache Weise ein Bild der Structur des gerade untersuchten Vorkommens zu gewinnen.

4) Speiskobalt von Markirch. Von diesem seltenen, von Herrn Groth mir als homogen bezeichneten Vorkommen untersuchte ich nur

einen kleinen Krystall ($\infty O \infty . O$). Derselbe bot wegen seiner geringen Grösse der genaueren Prüfung einige Schwierigkeit. Es wurde eine nicht orientirte Fläche angeschliffen und mit Salpetersäure geätzt. Die geätzte Fläche liess u. d. M. in der That keine verschiedenen Bestandtheile erkennen, wenigstens waren die zu beobachtenden Unterschiede in der Färbung verschiedener Flächentheile sehr gering. Auch war der Wechsel in der Helligkeit bei Horizontaldrehung des Präparates im Allgemeinen ein schwacher, wenngleich einzelne scharf begrenzte Theile dabei zuweilen deutlicher hervortraten. Jedenfalls scheint mir dieses Vorkommen von allen, welche ich prüfte, das homogenste zu sein.

II.

Das bisher Mitgetheilte bezieht sich, wie erwähnt, sämmtlich auf die von Herrn Groth mir übersandten Krystalle, welche von Herrn Vollhardt einer chemischen Prüfung unterzogen werden. Ich gehe jetzt dazu über, Dasjenige zu beschreiben, was ich an den mir von Herrn Zirkel zur Verfügung gestellten Stücken wahrzunehmen Gelegenheit hatte. Die betreffenden Stufen waren sämmtlich als Speiskobalt bezeichnet; eine Trennung in echten Speiskobalt und Chloanthit war nicht durchgeführt. Es ist deshalb wahrscheinlich, dass einzelne der im Folgenden besprochenen Krystalle richtiger als Chloanthit zu bezeichnen wären. Ich untersuchte namentlich vier Stücke, welche sich durch gute Ausbildung der Krystalle oder gewisse Eigenthümlichkeiten im Baue derselben auszeichneten. Die drei ersten stammen von Schneeberg her, beim vierten ist kein Fundort angegeben.

1) Erste Stufe (Fig. 8 und 9). Die Würfelflächen dieser Krystalle besitzen eine eigenartige Beschaffenheit. Sie tragen nämlich stumpfe Erhöhungen von der Form vierseitiger Pyramiden mit etwas gewölbten Flächen und stark gerundeten Kanten. Fig. 8 stellt eine solche Würfelfläche dar. Die Flächen der Pyramiden entsprechen ihrer Lage nach denjenigen eines würfelähnlichen Ikositetraëders. Auf denselben treten nun in auffallender Regelmässigkeit die schon oben erwähnten, gegen die Würfelfläche diagonalen Leistchen hervor, welche als Zwillingslamellen nach O gedeutet wurden, und zwar sind es jedesmal solche, welche den Winkel an der Spitze der betreffenden Pyramidenfläche halbiren, wie dies auch die Figur zeigt. Zuweilen bilden dann vier solche Leistchen an der Spitze der Erhöhung ein Kreuz; manchmal befindet sich auch auf der Spitze ein winziges Kryställchen. Wie schon bei Besprechung von Fig. 6 hervorgehoben wurde, steht die Anordnung der verschieden gerichteten Leistchen auf $\infty O \infty$ zu den Unebenheiten resp. der Tektonik dieser Fläche in naher Beziehung.

Um zu sehen, ob der in Fig. 8 dargestellten Beschaffenheit der Würfelflächen auch eine besondere Structur der inneren Krystallmasse entspreche,

wurden an einem grösseren Krystall vier Würfel- und zwei kleine Oktaëderflächen angeschliffen und polirt. Es trat dabei noch keine Inhomogenität hervor. Als der Krystall jedoch mit Salpetersäure geätzt war, wiesen die Würfelflächen eine bisher noch nicht beobachtete, stellenweise äusserst zierliche, parquetartige Zeichnung auf. Eine dieser Flächen ist in Fig. 9 abgebildet, und zwar für den Fall, dass das Licht in der Richtung des beigesetzten Pfeiles auffällt. Wie man sieht, entspricht die innere Structur für den grössten Theil der Fläche genau der beschriebenen Oberflächenbeschaffenheit. Dreht man den Krystall, während die geätzte Fläche die horizontale Lage beibehält, so bemerkt man, dass die vier Sectoren, welche zu einem Quadrat (entsprechend einer Pyramide in Fig. 8) gehören, der Reihe nach das Maximum der Helligkeit erreichen, wenn sie von dem Lichte in der Richtung getroffen werden, wie es der Pfeil in Fig. 9 für die daselbst weiss gelassenen Felder angiebt. Dreht man weiter um 180°, so findet für den betreffenden Theil das Maximum der Dunkelheit statt. Dieses Verhalten scheint mir auf eine, mit der Tektonik dieser Krystalle in engem Zusammenhange stehende ungleichmässige Ausbildung der die Würfelfläche bedeckenden Aetzfiguren zurückzuführen zu sein. Freilich gelang es mir nicht, einzelne deutliche Aetzfiguren wahrzunehmen.

Es ist nun auch möglich, das einseitige Maximum der Helligkeit auf der geätzten Würfel- und Oktaëderfläche der unter 3. oben beschriebenen Krystalle zu deuten. Während hier (Fig. 9) sämmtliche vier, zu einer flachen Pyramide gehörigen Felder g l e i c h z e i t i g auftreten, von denen jedes sein besonderes Helligkeitsmaximum bei diagonal auffallendem Lichte besitzt, finden wir dort auf der Würfelfläche nur e i n solches Feld (oder doch ganz überwiegend) vertreten, welches den Kern der Fläche erfüllt. Ganz analog wird es sich dann mit der Oktaëderfläche verhalten, welche statt dreier nur ein Helligkeitsmaximum aufweist. Doch waren die an dem hier in Rede stehenden Krystalle befindlichen Oktaëderflächen zu solchen Beobachtungen ungeeignet.

Es muss noch hervorgehoben werden, dass sich über die einzelnen Felder (Fig. 9) vielfach dunkle Bänder hinziehen (wie bei *a*), welche wohl einer fremden Substanz angehören, da sie bei einer ganzen Horizontaldrehung der Fläche ihr Aussehen fast gar nicht ändern; ebenfalls auf eine fremde Substanz, ganz ähnlich wie in Fig. 5 und 7, sind die rechts unten erscheinenden dichtgedrängten, wellig gebogenen dunklen Streifen zurückzuführen, welche auch bei einer ganzen Drehung fast gleichmässig dunkel bleiben (Fig. 9, bei *b*). Diese dunklen Streifen setzen sich sehr deutlich auf die rechts benachbarte, ebenfalls angeschliffene und geätzte Würfelfläche fort.

Ein zweiter Krystall desselben Stückes wurde nach einer Würfelfläche und einer nicht orientirten Fläche angeschliffen und polirt, hieranf im

Röhrchen erhitzt. Er zeigte auf den polirten Flächen nach dem Erhitzen eine dunkle, braunschwarze Färbung und eine Reihe von unregelmässig begrenzten, hellbraunen Flecken, letztere jedoch auf einer der beiden Flächen in weit grösserer Ausdehnung, als auf der anderen. Beim Erhitzen des Krystalls hörte man ein eigenthümliches Knistern, und auf den hellbraunen Flecken oder doch vorzugsweise auf diesen zeigten sich kleine metallglänzende Kügelchen, welche durch das Erhitzen geschmolzen und gleichsam an die Oberfläche getrieben worden waren. Diese kleinen Kügelchen waren sehr weich und verhielten sich in dieser Hinsicht ähnlich wie Blei. Vielleicht bestehen dieselben aus einer arsenreichen Metallverbindung. Irgend welche weitere Structurdifferenzen traten übrigens nach dem Erhitzen auf den Flächen nicht auf. Eine derselben wurde deshalb auf einer matten Glasplatte wieder abgerieben. Dabei wurden die hellbraunen Flecken sehr bald wieder glänzend, während die dunklen Partien als die am stärksten veränderten länger rauh blieben. Letztere zeigten sich auch dadurch als die am stärksten angegriffenen, dass auf ihnen sehr deutliche, vorher nicht wahrzunehmende, scharf abgegrenzte Streifen resp. Rinnen auftraten. Diese Rinnen verlaufen nun gerade so, wie die in Fig. 9 bei *a* gezeichneten dunklen Bänder, durch deren Zersetzung in Folge des Erhitzens sie auch ohne Zweifel entstanden sind.

2) Zweite Stufe (Fig. 10, 11, 13 und 14). Die Krystalle dieses Stückes, an welchen ausser $\infty O \infty$, O und ∞O vereinzelte Flächen von $2O2$ auftreten, zeigen gleichfalls gerundete Erhöhungen auf den Würfelflächen, doch sind dieselben häufig achtseitig, indem ihre Basis parallel den Kanten $\infty O \infty : O$ und $\infty O \infty : \infty O \infty$ begrenzt ist. Auch liegen sie so dichtgedrängt, und erheben sich stellenweise so weit, dass die Würfelflächen gänzlich uneben und wulstig erscheinen. Auf ihrer Spitze tragen die Erhöhungen ein kleines Krystallkorn, welches möglicherweise aus einer anderen Substanz, wie der ganze Krystall, besteht. Auf den Dodekaëderflächen treten besonders deutlich die sich schiefwinklig kreuzenden, schon von Groth (s. oben) erwähnten Zwillingsleistchen nach O hervor. Auch auf $2O2$ bemerkt man sie; ihre Richtung ist daselbst die der Kante $O : 2O2$. Auf den sehr unebenen Würfelflächen sind sie indes seltener deutlich wahrzunehmen. Diese Krystalle stimmen überhaupt sehr nahe mit den von Groth l. c. beschriebenen von Annaberg überein. Einzelne, namentlich kleinere Krystalle zeichnen sich durch eine mehr oder weniger starke Verzerrung aus. Sie wenden dann gern eine Würfelkante, deren Werth sich bedeutend von 90^0 entfernen kann und die zuweilen durch eine Dodekaëderfläche abgestumpft ist, nach oben. Einen im Allgemeinen noch wenig verzerrten Krystall stellt Fig. 13 in der Projection auf die nach oben gekehrte Dodekaëderfläche dar. Die beiden seitlichen Würfelflächen tragen je eine vierflächige pyramidale Erhöhung mit den hier sehr deutlichen Zwillingsleist-

chen. Auch auf ∞O sind die Leistchen eingezeichnet. Einen weit stärker verzerrten Krystall stellt Fig. 14 auf die vordere Würfelfläche projicirt dar. Der Winkel der beiden seitlichen, gleichfalls von einer flachen Pyramide bedeckten Würfelflächen ist hier auf ungefähr 30° herabgesunken. Der Krystall endigt in einer von den genannten Würfelflächen und einer vorderen und hinteren Oktaëderfläche gebildeten Spitze.

Ein Krystall wurde nach $\infty O \infty$ angeschliffen und polirt. Er zeigte danach keine verschiedenen Componenten. Hierauf wurde er erhitzt, wobei sich — und zwar schon nach verhältnissmässig geringer Temperaturerhöhung — ein Knistern, wie bei den vorher beschriebenen Krystallen, bemerklich machte. Dabei bedeckte sich die angeschliffene Fläche mit kleinen, geschmolzenen metallglänzenden Kügelchen. Am Rande war sie nun von einer grauweissen Zone eingefasst, während das Mittelfeld braun erschien, jedoch einzelne hellere röthlichbraune Flecken aufwies. Im Ganzen verhielt sich der Krystall resp. die Fläche also ähnlich wie bei dem vorigen Stück. Nach wiederholtem, stärkerem Erhitzen wurde die ganze Fläche mit Ausnahme der helleren Flecken dunkelbraun, doch zeigten sich nun auch stellenweise geradlinige Streifen und krumme Bänder, welche durch die etwas ungleiche Intensität der Färbung sichtbar wurden.

An einem zweiten Krystall wurde eine nicht orientirte Fläche angeschliffen, polirt und gleichfalls erhitzt. Sie zeigte darauf, wie Fig. 10 andeutet, an der einen Seite einen weissgrauen Saum (in der Figur weiss gelassen), während die Innenfläche (in der Figur punktirt) dunkelbraun erschien. Einzelne (in der Figur bei *a* schraffirte) kleinere Partien waren röthlichbraun. Im Innern trat noch ein System von zickzackförmigen Streifen auf, welches gleichfalls weissgrau geblieben war. Diese Zeichnung der Fläche war besonders deutlich zu sehen, nachdem letztere nach dem Erhitzen ein wenig auf einem Tuche abgerieben worden war. Die Fläche wurde abgebildet, hierauf wieder polirt und mit Salpetersäure geätzt. Danach zeigten sich verhältnissmässig wenig Veränderungen gegen früher. Die Streifen hatten sich, wie durch gestrichelte Linien bei *c* (Fig. 10) angedeutet, fortgesetzt, auch bei *b* war ein System feiner Streifen hinzugekommen. In den punktirten Theilen trat stellenweise Moirée hervor. Um diese Moirée etwas näher kennen zu lernen, schliff ich noch an zwei Krystallen eine Würfelfläche an und ätzte dieselben. Dabei zeigte sich nun bei einer der beiden Flächen eine Ausbildung der Moirée, welche an eine von den Umgrenzungselementen des Krystalls abhängige Sectorenbildung erinnert, wie sie so häufig an durchsichtigen, optisch anomalen Krystallen im parallelen polarisirten Lichte hervortritt. Die betreffende Fläche ist in Fig. 11 abgebildet. Sie ist von einem dunklen Rande eingeschlossen, welcher sich je nach der Richtung des auffallenden Lichtes mehr oder weniger scharf von dem übrigen Theile der Fläche abhebt. Die im Innern auftreten-

den Sectoren sind nur zum Theil regelmässig ausgebildet. Ihr inniger Zusammenhang mit der Umgrenzung des Krystalls geht daraus hervor, dass die Grenzlinien zwischen den einzelnen Feldern im Allgemeinen nach einer Ecke des Schliffes verlaufen. Die in der Figur gezeichnete Vertheilung von Hell und Dunkel über die einzelnen Sectoren tritt am deutlichsten hervor, wenn das auffallende Licht die Richtung des links unten beigesetzten Pfeiles hat. Die Structurverhältnisse des in Rede stehenden Schliffes sind im Uebrigen, wie die Figur lehrt, recht verwickelt. Eine Verschiedenheit der Substanz möchte ich nur für den dunkleren Rand und die Innenfläche des Schliffes im Ganzen annehmen. Die Moirée, welche in der letzteren auftritt, scheint mir wesentlich nur auf eine ungleichmässige Ausbildung der die Fläche bedeckenden Aetzfiguren zurückzuführen sein, ähnlich, wie ich es für den in Fig. 9 dargestellten Schliff angenommen habe. Ich muss jedoch bemerken, dass es mir auch hier nicht gelang, die einzelnen Aetzeindrücke genauer zu beobachten.

Der zweite Würfelschliff zeigte nach dem Aetzen eine weniger regelmässige Moirée. Auch traten in demselben mehrfach Systeme verschieden gerichteter, äusserst feiner Streifen resp. Schichten auf.

3) Dritte Stufe (Fig. 12). Die Krystalle dieser Stufe fielen mir dadurch auf, dass sie bei ziemlich beträchtlicher Grösse von breiten Rissen durchsetzt sind. Dabei gehen wohl mehrere solche Risse von einem Punkte, etwa der Mitte einer Krystallfläche, aus und setzen sich weit in die Masse des Krystalls fort. Diese Erscheinung erinnerte mich, im Hinblick auf den complicirten Bau der meisten Speiskobaltkrystalle, an eine ähnliche, welche von Klocke und später von Brauns an gewissen Alaunkrystallen beobachtet wurde. Ersterer*) fand, dass Krystalle von Ammoniak-Eisen-Alaun, deren optisches Verhalten auf einen Spannungszustand schliessen liess, während des Wachsthums in ihrer Lösung von selbst Sprünge bekamen, sobald sie eine gewisse mässige Grösse überschritten hatten. Diese Sprünge verliefen ganz unregelmässig und durchsetzten den Krystall vollständig. Brauns**) fand später, dass chemisch reine Krystalle des genannten Salzes vollkommen isotrop sind, und dass die anomale Doppelbrechung nur bei solchen vorkommt, denen ein isomorphes Salz beigemengt ist. Mit der Zunahme einer solchen Beimengung nimmt auch die Doppelbrechung zu. Dass damit die Spannung wächst, zeigt sich z. B. darin, dass Alaunkrystalle, welche aus einer, gleiche Gewichtstheile Ammoniak- und Kali-Alaun enthaltenden Lösung gezogen waren, sich sehr stark doppeltbrechend erwiesen, dabei aber, was sonst nicht der Fall, von unregelmässigen Sprüngen durchsetzt waren, in Folge dessen sie beim Herausnehmen aus der Lösung in Stücke zerfielen.

---

*) Neues Jahrb. f. Min. etc. 1880, **1**, 74. Diese Zeitschr. **5**, 526.

) Ebenda, 1883, **2, 102. Diese Zeitschr. **10**, 110.

Die an den betreffenden Krystallen von Speiskobalt beobachteten Risse schienen mir dementsprechend ebenfalls auf eine besonders starke Beimischung einer anderen Substanz zurückzuführen zu sein. Ich schliff an einem Krystall eine Würfel- und eine Oktaëderfläche an und erhitzte im Röhrchen. Dadurch wurden die Flächen schwarz, zeigten jedoch, wenn auch schwach, eine unregelmässige, wellenförmige Schichtenbildung. Letztere trat beim Abreiben der beiden Flächen auf einer matten Glasplatte sehr schön hervor und zwar in fast silberweissen Linien auf schwarzem Grunde. Die Flächen wurden hierauf wieder abgeschliffen, polirt und mit Salpetersäure geätzt, wodurch die Structur der Krystallmasse wieder deutlich sichtbar wurde. Fig. 12 zeigt die geätzte Oktaëderfläche. Es wechseln darauf glänzende, in der Figur weiss gelassene, mit matten, punktirten Bändern resp. grösseren Theilen ab. Bei Betrachtung der Fig. 12 wird man in der That auf den Gedanken geführt, dass der so unregelmässige Aufbau dieser Krystalle aus zwei chemisch differenten Substanzen Spannungen herbeigeführt habe, welche sich so weit steigerten, dass die Krystalle schliesslich von Sprüngen und weiten Rissen durchzogen wurden.

4) Vierte Stufe. Von diesem Stück, welches gleichfalls grössere Krystalle mit $\infty O \infty$ und O trug, wurden ein paar Individuen abgelöst und Flächen nach O und nach einer nicht orientirten Richtung angeschliffen. Beim Erhitzen traten sehr deutlich feine Streifen hervor, welche sich, zum Theil fast geradlinig, mehr oder weniger genau an die Begrenzungselemente des Krystalls anschmiegten, also unter einander parallel verliefen. Dieselben Schichten erschienen sehr bestimmt nach dem Aetzen der wieder polirten Oktaëderfläche und bedeckten dieselbe ganz. Die Krystalle sind also aus zwei verschiedenen, in dünnen concentrischen Schichten mit einander abwechselnden Substanzen aufgebaut, doch ist ihr Bau ein regelmässigerer als derjenige der vorher besprochenen Krystalle. Sprünge und Risse, wie bei den letzteren, sind hier nicht wahrzunehmen.

Bei Gelegenheit der vorstehend beschriebenen Versuche schliff ich auch an einem derben Stücke von Weissnickelkies (Wallis) eine Fläche an, polirte dieselbe und ätzte mit verdünnter Salpetersäure. Danach zeigte sich u. d. M. auch hier eine Zusammensetzung aus zwei verschiedenen Componenten, wie sie Fig. 15 darstellt. Ueber die Fläche erscheint ein Netz von stärker angegriffenen, matten Partien ausgebreitet, welches die glänzenderen Theile umschliesst. Zuweilen ist auch ein einzelner matter Fleck der glänzend gebliebenen Fläche eingelagert. Ueber die chemische Beschaffenheit der beiden Componenten resp. über deren Beziehung zu einander wage ich keine Vermuthung zu äussern. Es würden dazu zahl-

reiche Versuche nothwendig sein, welche ausserhalb des Rahmens dieser Arbeit liegen.

Die hier mitgetheilten Beobachtungen an verschiedenen Vorkommen von Chloanthit und Speiskobalt zeigen, dass die weitaus meisten Krystalle der beiden Mineralien deutlich aus verschiedenen Substanzen aufgebaut sind. Nur beim Speiskobalt von Markirch konnte eine solche Zusammensetzung nicht nachgewiesen werden. Der Bau der Krystalle kann ein ganz unregelmässiger sein, wie beim Chloanthit von Schneeberg, oder es können die verschiedenen Componenten in concentrischen, der Form der Krystalle sich anschmiegenden Zonen mit einander abwechseln, oder sie erscheinen endlich in unregelmässig verlaufenden, von der Form der Krystalle mehr oder weniger unabhängigen, jedoch unter einander parallelen Streifen oder Bändern. Manchmal scheinen nur zwei verschiedene Substanzen vorhanden zu sein, zuweilen aber ist ihre Zahl grösser. Der zuerst untersuchte Speiskobalt von Schneeberg zeigt drei, der Chloanthit von Schneeberg (Fig. 3) vier oder gar fünf verschiedene Componenten. Bemerkenswerth ist, dass die Zusammensetzung aus verschiedenen Stoffen nur selten schon gleich auf der polirten Schlifffläche hervortritt; meist wird sie erst beim Erhitzen oder Aetzen sichtbar.

Von den Erscheinungen, welche auf der Zusammensetzung der Krystalle aus verschiedenen Substanzen beruhen, sind beim Speiskobalt diejenigen zu unterscheiden, welche durch eigenartige Structurverhältnisse bedingt werden. Dahin gehört namentlich eine auf den geätzten Flächen auftretende Moirée, welche manchmal eine zierliche Feldertheilung oder eine Sectorenbildung bewirkt. Diese Erscheinungen erinnern an solche, welche an manchen durchsichtigen, optisch anomalen Krystallen im parallelen polarisirten Lichte beobachtet werden.

Die Zwillingsleistchen, welche nach den Flächen des Oktaëders verlaufen, treten nicht selten auf $\infty O \infty$, ∞O und $2O2$ auf, und ihre Anordnung auf $\infty O \infty$ steht in naher Beziehung zu den tektonischen Verhältnissen dieser Form.

Hinsichtlich der Frage nach der chemischen Natur der verschiedenen, an der Zusammensetzung der Krystalle von Speiskobalt und Chloanthit sich betheiligenden Substanzen war es mir leider nur in einzelnen Fällen möglich, etwas Bestimmtes oder nur Wahrscheinliches zu ermitteln; in dieser Beziehung werden daher erst weitere Forschungen unter Zuhülfenahme der noch zu erwartenden Analysenresultate und unter Anwendung mikro-chemischer Reactionen Klarheit bringen können. Immerhin dürften, wie ich hoffe, vorstehende Beobachtungen mancherlei Fingerzeige zur Erreichung dieses Zieles geben.

III. Ueber Mineralien von Predazzo.

(Mittheilungen aus dem mineralogischen Laboratorium des Polytechnikums zu Karlsruhe. XII.)

Von

A. Cathrein in Karlsruhe i. B.

(Mit 1 Holzschnitt.)

1. Kokkolith von Viezena.

Bekannt ist das Auftreten von Kokkolith in Valsorda bei Forno im Fleimser Thal, welches Liebener und Vorhauser beschrieben haben*). Im verflossenen Sommer fand sich nun ein analoges Vorkommen dieses Minerals an den Vette di Viezena zwischen Predazzo und Moena. Wie bei Forno im Melaphyr, so erscheinen hier im Augitporphyr rundliche Nester und Knollen von Kokkolith. Seine Beschaffenheit stimmt genau überein mit der Charakteristik von Liebener und Vorhauser. Die Farbe der eckigen Körner ist theils schwärzlichgrün, theils oliven- und schön pistazgrün durchscheinend. Krystallflächen sind nicht zu beobachten, dagegen zeigt das Pulver unter dem Mikroskop deutliche Blätterdurchgänge nach dem Spaltungsprisma mit schiefen Exstinctionen zwischen 30° und 40°, gewöhnlich 36°, ist blassgrünlich bis farblos und nicht pleochroitisch, wohl aber lebhaft chromatisch polarisirend.

Die oft nahezu faustgrossen Körneraggregate werden durch die Verwitterung vom Muttergestein isolirt.

2. Brucit von Canzocoli.

Von dieser Localität erwähnen Liebener und Vorhauser nur ein derbes blätteriges Vorkommen von Brucit auf schmalen Gängen und Adern

*) Die Mineralien Tirols. Innsbruck 1849, S. 37.

des sogenannten Predazzit, welchen jener bekanntlich in mikroskopischen Blättchen ganz durchsetzt*). Heute liegt mir ein neuer Fund oberhalb des alten Predazzitsteinbruchs von Canzocoli vor. Es ist dies ein deutliches hexagonales Prisma von weisser Farbe, circa 3 cm Länge und 2 cm Breite und perlmutterglänzenden basischen Spaltflächen, eingewachsen in weissem Predazzit. Daneben sieht man noch mehrere kleinere Brucitkrystalle. An der genannten Stelle finden sich noch solche Krystalle von Brucit.

3. Granat von Canzocoli.

Unlängst erhielt ich eine Stufe derben Granats von Canzocoli**), auf welcher prächtige Krystalle der Combination (211)2*O*2.(110)∞*O* von 0,5 cm Durchmesser aufsitzen. Beschaffenheit und Entwicklung der Flächen, ihr Glanz und die lebhaft hyazinthrothe Farbe, kurz alle Eigenthümlichkeiten der durchscheinenden Krystalle erinnern völlig an den Kaneelstein von der Mussa-Alpe. Da nur das eine vor 17 Jahren von einem Einwohner Predazzos aufgefundene Stück vorliegt, und es erneuerten emsigen Nachforschungen an der genau bezeichneten Stelle der Canzocoli nicht gelungen, auch nur eine Spur von Granat zu entdecken, so könnte man sich versucht fühlen, die Herkunft der Stufe zu bezweifeln und eine Verwechslung mit dem piemontesischen Vorkommen zu vermuthen, wenn nicht die ausdrückliche Versicherung des Finders, dass die betreffenden Krystalle wirklich von Canzocoli herrühren, und mehr noch die Beobachtung der Paragenesis doch widersprächen; denn die steten Begleiter des Kaneelsteins von der Mussa-Alpe, Diopsid und Chlorit, fehlen hier vollständig, und bemerkt man an ihrer Stelle vielmehr radialfaserigen Pistazit, den an Stufen der Mussa-Alpe zu beobachten ich niemals Gelegenheit hatte. Ausser Epidot, dessen Natur auch mikroskopisch festgestellt wurde, erscheint noch Calcit. Nachdem auch eine Verwechslung mit den gänzlich verschiedenen Granatvorkommen der Umgebung (Monzoni, Cima d'Asta) ausgeschlossen ist, so gewinnt die Richtigkeit der Fundortsangabe an Wahrscheinlichkeit, und ist zu erwarten, dass weitere Nachforschungen das schöne Granatvorkommen an der classischen Localität zweifellos bestätigen werden.

4. Orthoklas vom Mulat.

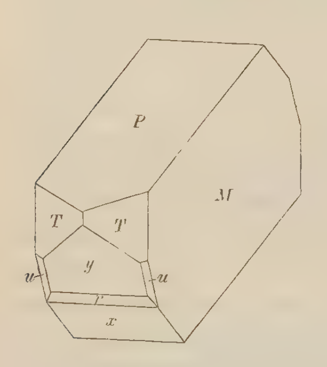
Nach Liebener und Vorhauser finden sich im Granit des Mulatberges von Orthoklas nur krystallinische Massen, selten mit bestimmbaren Flächen, in Hohlräumen wohl auch kleine Krystalle in Begleitung von Quarz.

*) A. a. O. S. 274.

**) Ein Granatvorkommen ist an dieser Fundstätte des schönen Idokrases nicht bekannt.

Flussspath, Turmalin, seltener Scheelit und Liëvrit*). Schon seit einigen Jahren sind neue hübsche Orthoklaskrystalle vom Mulat bekannt, es waren circa 2 × 6 cm grosse, in Quarz eingewachsene rothe Bavenoer Zwillinge mit vorherrschenden *P*- und *M*-Flächen, wozu sich *T*, *z* und *y*, *x* und schmal *n* gesellen.

Interessant ist die Contactzone zwischen rothem Granit und Diabasporphyrit (sog. Melaphyr) am westlichen Abhang des Mulat unweit Predazzo durch die Grösse und Formentwicklung der granitischen Elemente. Hier sah ich den Quarz in riesigen Krystallen der Combination $\varkappa(10\bar{1}1)+R.\varkappa(01\bar{1}1)-R.(10\bar{1}0)\infty R$. Vor Kurzem fand sich da auch ein neues Vorkommen schöner rother Orthoklaskrystalle in faustgrossen Gruppen, deren Individuen eine Länge von mehreren Centimetern erreichen. Durch Vorwalten von *P* und *M* ist ihre Gestalt ein rechtwinkliges Prisma, an dem als Endflächen auftreten: *x*, *y*, *T*, *z*, *o* und schmal auch *n*. An einem Krystall, welchen der beistehende Holzschnitt darstellt, erscheint, ausser den Flächen *P*, *M*, *x*, *y* und *T*, in der Zone [*My*] die seltenere Fläche $u = (\bar{2}21)+2P$. Bemerkenswerth ist ferner eine deutliche Abstumpfung der Kante *xy* durch die sehr seltene Form $r = (\bar{4}03)+\frac{4}{3}P\infty$, welche zuerst Weiss an einem Krystall von Stonsdorf in Schlesien aufgefunden**) und später G. vom Rath an einem vesuvischen Sanidin entdeckt hat***). Nachher wurde dieselbe Fläche auch von Strüver am Sanidin des Albaner Gebirges†) und zuletzt von V. von Zepharovich am Adular vom Hollenzkopf im Sondergrund (Zillerthal) beobachtet††). Für den gemeinen Orthoklas ist dieselbe meines Wissens neu.



Neben einfachen Krystallen begegnet man Zwillingen, und zwar sowohl Bavenoern als Manebachern, an ersteren zeigten sich ausspringende Winkel der *T*<u>*T*</u>- und *z*<u>*z*</u>-Flächen, an letzteren einspringende Winkel der *T*<u>*T*</u>-Flächen und Fiederstreifung auf den in eine Ebene fallenden *M*<u>*M*</u>-Flächen.

Sämmtliche Flächen besitzen zu geringen Glanz, um gute Reflexe zu geben, die Messungen konnten daher nur mit Hülfe des Anlegegoniometers ausgeführt werden; bei der Messung der sehr stumpfen Neigungen von *r* zu *x* und *y* bediente ich mich zur Erzielung eines genaueren und sichereren

*) A. a. O. S. 96.

**) Abhandlungen der k. Akademie der Wiss. Berlin 1820.

***) Annalen der Phys. und Chem. 1868, **135**, 468.

†) Diese Zeitschr. **1**, 243.

††) Diese Zeitschr. **9**, 308.

Nachweises feiner Papierwinkel und der Lupe. Schon durch ihre Zonen bestimmt sind o und n, desgleichen u durch die Zonen [010, $\bar{2}01$], [$\bar{1}10$, $00\bar{1}$].

		Gemessen:	Gerechnet nach v. Kokscharow's A.-V.: $a : b : c = 0,65851 : 1 : 0,55538$, $\beta = 63^0\ 56'\ 46''$
$T : M$	$= 110 : 010 =$	59° approx.	59° 23′ 30″
$z : M$	$= 130 : 010$	29	29 23 57
$x : P$	$= \bar{1}01 : 001$	50	50 16 34
$y : P$	$= \bar{2}01 : 001$	80	80 17 44
$r : x$	$= \bar{4}03 : \bar{1}01$	13	13 6 52
$r : y$	$= \bar{4}03 : \bar{2}01$	17	16 54 18

5. Analyse des Magneteisens von Scalotta.

Die krystallographischen Verhältnisse dieses durch Flächenreichthum und Auftreten neuer Formen ausgezeichneten Vorkommens wurden bereits in dieser Zeitschrift besprochen*). Es schien mir auch die Kenntniss der chemischen Zusammensetzung von Interesse, zu welchem Zweck ich möglichst reine Krystalle der quantitativen Analyse unterzog. Um damit gleich eine Probe auf die Gegenwart von Rutileinschlüssen zu verbinden, wählte ich als Auflösungsmittel Chlorwasserstoffsäure, welche erfahrungsmässig auf Rutil die geringste Einwirkung äussert**), während das Magneteisen sich darin mit Leichtigkeit auflöst. Dasselbe erwies sich ganz frei von Rutil, enthielt jedoch trotz der Reinigung mit Thoulet'scher Lösung noch circa 1 Procent einer in der Säure und in Natronlauge unlöslichen Beimengung, die in Abzug gebracht wurde.

In Anbetracht des vorherrschenden Eisengehaltes fand ich es zweckmässig, den für Silicatanalysen bewährten Gang***) dahin abzuändern, dass vor Allem das Eisen abgeschieden und von den übrigen hier in Betracht kommenden Elementen Titan, Chrom, Aluminium, Mangan und Magnesium getrennt wurde, was am besten nach folgender Methode erreicht werden konnte. Ich versetzte die salzsaure klare Lösung des Erzes mit einer genügenden Menge von Weinsäure, so dass auf Zusatz überschüssigen Ammoniaks wohl eine grüne Färbung, aber kein Niederschlag entstand. Hierauf wurde mit Schwefelammonium das Eisen gefällt und in der von Herrn Geheimen Hofrath Knop vorgeschlagenen Weise†) durch den bei Auflösung des Schwefeleisens in Salzsäure frei werdenden Schwefelwasserstoff die zur vollkommenen Trennung von Titan und Eisen nothwendige

*) Diese Zeitschr. **9**, 365.

) Diese Zeitschr. **8, 327.

***) Diese Zeitschr. **7**, 250.

†) Diese Zeitschr. **10**, 68.

vollständige Reduction des Eisenoxyds erzielt. Durch abermaligen Zusatz von Ammoniak und etwas Schwefelammonium kam dann das Schwefeleisen rein zur Fällung. Mit Königswasser oxydirt gab Ammoniak in der Lösung einen tief rothbraunen Niederschlag von Eisenoxydhydrat, der bei Gegenwart von Chlorammonium bis zum Verschwinden des ammoniakalischen Geruchs gekocht werden musste, um so das Mangan in Lösung zu bringen, aus welcher es mit kohlensaurem Natron nach Beseitigung der Ammoniaksalze gefällt und schliesslich auf seine Reinheit von Alkali, Kieselsäure geprüft wurde. Das weinsaure Filtrat vom Schwefeleisen wurde zur Zerstörung der Weinsäure bis zur Trockniss eingedampft, geglüht und der Rückstand mit Kalibisulfat aufgeschlossen. Nachdem sich die wässerige Lösung der Schmelze beim Kochen nicht trübte, versetzte ich dieselbe mit Ammoniak und kochte sie so lange mit Salmiak, als noch ein Geruch nach freiem Ammoniak bemerkbar war, um auf diese Weise die Sesquioxyde zur Fällung, die Magnesia in Lösung zu bringen, welche, nachdem die Abwesenheit von Kalk constatirt, durch phosphorsaures Natron und Ammoniak niedergeschlagen wurde. Eine grüne Färbung des Thonerdepräcipitats verrieth sogleich eine Beimengung von Chromoxyd, zu dessen Nachweis jenes nochmals mit zweifach schwefelsaurem Kali aufgeschlossen und, nachdem beim Kochen der Lösung der Schmelze wieder keine Trübung durch Titansäure erfolgte, die Thonerde in einem Ueberschuss von Natronhydrat gelöst und das Chromoxyd vollständig ausgekocht ward, welches nunmehr ganz rein erschien. — Zur Bestimmung des Eisens als Oxydul wurde das Magnetitpulver im Kölbchen unter einem Kohlensäurestrom in möglichst wenig Salzsäure gelöst und die Lösung mit übermangansaurem Kali titrirt.

	Gefunden:		Atomquotienten:		Verh.:		Gerechnet:	
Fe_2O_3	68,51	(zus. 99,29)	$\overset{III}{Fe}$	0,8564	122	Fe_2O_3	68,25	(zus. 99,02)
Cr_2O_3	0,55		$\overset{III}{Cr}$	0,0072	1	Cr_2O_3	0,54	
Al_2O_3	1,10		Al	0,0216	3	Al_2O_3	1,07	
FeO	27,70		$\overset{II}{Fe}$	0,3847	54	FeO	27,69	
MnO	0,42		$\overset{II}{Mn}$	0,0059	1	MnO	0,49	
MgO	2,09		Mg	0,0523	8	MgO	1,96	
	100,37						100	

$$(\overset{III}{Fe}, \overset{III}{Cr}, Al) : (\overset{II}{Fe}, \overset{II}{Mn}, Mg) = 0,8852 : 0,4429 = 126 : 63;$$

$$\overset{III}{R_2} : \overset{II}{R} = 1 : 1;$$

entsprechend der Spinellformel $\overset{III}{R_2}\overset{II}{R}$.

Es lässt sich somit für den Magnetit von Scalotta folgende Constitutionsformel ableiten:

$$\left\{\begin{array}{r} 64\,Fe_2\,O_3 \\ \frac{1}{2}\,Cr_2\,O_3 \\ \frac{3}{2}\,Al_2\,O_3 \end{array}\right\} + \left\{\begin{array}{r} 55\,Fe\,O \\ 1\,Mn\,O \\ 7\,Mg\,O \end{array}\right\}.$$

Das untersuchte Mineral ist also ein titanfreies normales Magneteisen, dessen Eisenoxyd zum Theil durch Chromoxyd und Thonerde vertreten wird, während dem Eisenoxydul Magnesia und Manganoxydul isomorph beigemischt sind, von welchem letzteren allerdings ein Theil auch als Oxyd gegenwärtig sein könnte.

IV. Verwachsung von Ilmenit mit Magnetit.

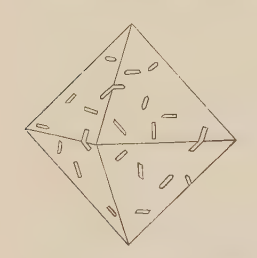
(Mittheilungen aus dem mineralogischen Laboratorium des Polytechnikums zu Karlsruhe. XIII.)

Von

A. Cathrein in Karlsruhe i. B.

(Mit 1 Holzschnitt.)

Längst bekannt sind die schönen grossen in Chloritschiefer eingewachsenen Magneteisen-Oktaëder vom Greiner im Zemmgrund (Zillerthal). Bisher nicht beschrieben hingegen ist ein ganz gleiches Vorkommen am Fürtschlagl im Schlegeisen- oder Hörpinger Grund, dem letzten grösseren Querthal im Osten des Zamserthales. Hier durchsetzen den normalen feinschuppigen Chloritschiefer Strahlenbüschel und Garben schöner Pseudomorphosen von blätterigem Chlorit nach Hornblende (Strahlstein), deren Umwandlung keinen Rest der ursprünglichen Substanz hinterlassen hat. Zahlreich sind in diesem Gestein Magnetitkrystalle eingewachsen, nicht nur einfache Oktaëder, sondern auch typische Hemitropieen nach (111)*O*.



An einigen, im letzten Sommer an dieser Localität gesammelten Krystallen fiel mir zum ersten Male eine bemerkenswerthe Erscheinung in die Augen. Auf den spiegelnden Oktaëderflächen zeigten sich nämlich vereinzelte kleine, etwa 1—2 mm lange, 0,5 mm breite Streifen (vergl. die beistehende Abbildung), welche sich bei näherer Betrachtung mit der Lupe als die Ränder schwarzer, metallisch glänzender Täfelchen darstellten. Nach ihrem Aussehen konnte man wohl an Eisenglanz denken, und zwar um so mehr, als ähnliche und analoge Verwachsungen dieses Minerals schon beobachtet worden sind; so die regelmässige Verwachsung eines Magnetitoktaëders mit einer grösseren Eisenglanztafel aus dem Binnenthal von Bücking*), ferner von A. Scacchi**) die gesetzmässige Verbindung

*) Diese Zeitschr. **1**, 575.

**) Rendiconti della Accademia di Napoli 1855.

tafeliger Hämatitkryställchen mit einem oktaëdrischen Magneteisen vom Vesuv, welches sich indessen durch die nachträglichen Analysen Rammelsberg's als Magnoferrit erwiesen hat*).

Der Umstand, dass eine regelmässige Verwachsung von Hämatit mit dem viel häufigeren und chemisch demselben näher stehenden Glied der Spinellgruppe, dem Eisenoxyduloxyd, noch nicht nachgewiesen, bot Veranlassung genug, die beobachtete Erscheinung weiter zu verfolgen. Ich versuchte daher zuerst die eingewachsenen Blättchen vom Magnetit loszubrechen, um sie auf ein charakteristisches Merkmal, die Strichfarbe, zu prüfen. Hierbei ergab sich, dass dieselben zwar entsprechend dem Eisenglanz nur schwach magnetisch waren, gleichwohl kein kirschrothes, sondern ein schwarzes Pulver besassen. Diese Erfahrung bestätigte also die aus dem Augenschein erwachsene Vermuthung nicht und forderte zu sorgfältigerer Untersuchung auf.

Hierzu war vorerst die Isolirung der betreffenden Blättchen nothwendig, welche mit der Reinigung des Magneteisens für die Analyse Hand in Hand gehen konnte. Der Trennung kam die Verschiedenheit der magnetischen Anziehungskraft der beiden verwachsenen Mineralien zu statten. Nach Entfernung der leicht abschlämmbaren Theile des Erzpulvers mittelst Wasser wurden die letzten Reste von Chlorit durch die Jodquecksilberkaliumlösung abgeschieden und das nunmehr scheinbar reine Erz mit dem Magneten in der Weise behandelt, dass dieser mit dem Pulver nicht in unmittelbare Berührung gebracht, demselben vielmehr nur bis auf eine solche Entfernung hin genähert wurde, dass nur kräftiger magnetische Theilchen angezogen werden konnten. In der That blieb bei dieser Behandlung ein kleiner schwach magnetischer Rückstand von Bruchstücken sechsseitiger Täfelchen, deren Menge durch öftere Wiederholung der Extraction stets vermehrt, und so das Magneteisen von seinem fremden Gaste immer mehr und mehr befreit wurde. Da aber eine vollkommene Trennung auf diesem Wege selbstverständlich nicht wohl erreichbar, die Verwendbarkeit der Thoulet'schen Flüssigkeit bei dem hohen Volumgewicht beider Mineralien von vornherein ausgeschlossen war, musste schliesslich der mechanischen Trennung die chemische zu Hülfe kommen. Ermöglicht wurde letztere durch eventuelle Löslichkeitsunterschiede der verwachsenen Erze, weshalb ich nun ihr Verhalten gegen Säuren erprobte. Das Resultat war auch durchaus befriedigend und günstig, indem einerseits der Magnetit mit Chlorwasserstoffsäure sehr leicht in Lösung gieng, während andererseits die eingewachsenen Täfelchen davon fast gar nicht angegriffen wur-

*) Pogg. Annalen 1858, **104**, 542 und 1859. **107**, 451. Auch Mineralchemie 1875. **2**, 133.

den. Gerade entgegengesetzt verhielt sich Schwefelsäure, welche die Täfelchen vollständig löste, auf das Magneteisen hingegen kaum einwirkte. So hinterliess die Auflösung des Magneteisens in Salzsäure die noch vom Magneten mitgerissenen fremden Blättchen, und gelang damit die vollkommene Reinigung des Materials zum Zwecke der quantitativen Analyse, welche den Nachweis bringen sollte, dass hier in der That Magneteisen und nicht etwa ein anderer Spinell vorliege.

Bevor wir seine Einschlüsse weiter verfolgen, soll der Gang und das Ergebniss der chemischen Untersuchung dieses Magneteisens vom Fürtschlagl mitgetheilt werden.

Die gewählte Auflösungsmethode bot gleichzeitig Gelegenheit, die Abwesenheit eingeschlossenen Rutils zu bestätigen, welcher bekanntlich manches Magneteisen durchschwärmt*).

Zu berücksichtigen waren bei der Analyse ausser dem Eisen ein eventueller Titangehalt, sowie isomorphe Beimischung von Thonerde, Chromoxyd, Magnesia und Mangan. Auch hier empfahl das Vorhandensein einer, andere Elemente jedenfalls weit überwiegenden Eisenmenge eine Abweichung von der Silicatanalyse, und verfuhr ich daher genau nach der beim Magneteisen von Scalotta bereits ausführlich beschriebenen Methode. Ebenso habe ich das Eisenoxydul durch Titrirung einer unter Kohlensäure hergestellten salzsauren Lösung des Erzes mit Chamäleon ermittelt. Das mit Ammoniak gefällte reine Eisenoxydhydrat zeigte die normale braune Farbe, Titansäure war nicht zu entdecken, dafür etwas Chromoxyd und Mangan. Ausserdem fanden sich kleine Mengen von Thonerde und Magnesia. Dazu kamen aber 0,59 % Kieselsäure, welche zum geringsten Theile bei der Auflösung des Magnetits ungelöst zurückblieb, grösstentheils erst in der Kalibisulfatschmelze des weinsauren Filtratrückstandes unlöslich wurde. Das Verhältniss der gefundenen Thonerde, Magnesia und Kieselsäure (0,25 : 0,66 : 0,59) entspricht ungefähr der Zusammensetzung des Chlorits, so dass wir annehmen müssen, es sei derselbe in mikroskopischen Schüppchen im Magnetit noch enthalten, deren Beseitigung auch der Thoulet'schen Lösung getrotzt und die nun durch die Analyse von der Constitution des Magneteisens ausgeschieden werden.

	Gefunden:	Atomquotienten:		Verh.:		Gerechnet:
Fe_2O_3	68,34 (zus. 102,46)	$\overset{III}{Fe}$	0,8542	170	Fe_2O_3	68,19 (zus. 102,29)
Cr_2O_3	0,72	$\overset{III}{Cr}$	0,0094	2	Cr_2O_3	0,77
FeO	30,71	$\overset{II}{Fe}$	0,4265	85	FeO	30,68
MnO	0,38	$\overset{II}{Mn}$	0,0054	1	MnO	0,36
	100,15					100

*) Diese Zeitschr. 8, 327.

$$(\overset{III}{Fe}, \overset{III}{Cr}) : (\overset{II}{Fe}, \overset{II}{Mn}) = 0{,}8636 : 0{,}4319 = 172 : 86;$$
$$\overset{III}{R_2} : \overset{II}{R} = 1 : 1.$$

Daraus folgt die Formel:

$$\left\{\begin{matrix} 85 Fe_2 O_3 \\ 1 Cr_2 O_3 \end{matrix}\right\} + \left\{\begin{matrix} 85 Fe O \\ 1 Mn O \end{matrix}\right\}.$$

Es ist somit das Magneteisen vom Fürtschlagl ein normales Eisenoxydoxydul $\overset{III}{R_2}\overset{II}{R}$ mit etwas Chrom und Mangan in isomorpher Mischung, wogegen Titan vollständig fehlt.

Um nunmehr, nachdem wir Einsicht in das vorliegende Magneteisen gewonnen, auch zur Erforschung der Natur seiner Einschlüsse zurückzukehren, suchte ich vorerst nach krystallographischen Aufschlüssen. Das bereits bei der Reinigung des Magneteisens erhaltene zerbrochene Material eignete sich wohl zur chemischen Analyse, genügte aber für diesen Zweck nicht. Es war vielmehr nöthig, die eingewachsenen Täfelchen in ihrer ursprünglichen, unversehrten Gestalt zu isoliren, was mir auch nach obigen Erfahrungen über die Löslichkeitsverhältnisse durch Auflösung ganzer Magnetitkrystalle in Salzsäure gelungen ist. Unter dem Mikroskop konnten dann die regelmässig sechseckigen Umrisse der Blättchen gemessen und die Gegenwart von gleichseitig-dreieckigen Aetzfiguren beobachtet werden, welche die rhomboëdrische Krystallstructur andeuten. Bestimmte Seitenflächen waren an den nach (0001)$0R$ tafeligen Kryställchen nicht erkennbar, indem ihre Ränder stets gerundet und undeutlich entwickelt sind, zudem auch die geringe Grösse der Tafeln eine genauere Untersuchung verhindert.

Unter allen Umständen konnte aber zur sicheren Entscheidung über die Zugehörigkeit der fraglichen Kryställchen nur eine quantitative chemische Analyse führen, zu welcher der bei der Reinigung des Magneteisens hinterbliebene schwach magnetische Rückstand, von dem mit kochender Salzsäure alles Magneteisen ausgezogen wurde, eben noch ausreichte. Zuerst bestimmte ich in einer, unter einem Kohlensäurestrom in Schwefelsäure gelösten Probe den Gehalt an Eisenoxydul maassanalytisch mit übermangansaurem Kali. Das Uebrige wurde mit saurem schwefelsaurem Kali aufgeschlossen. Die Lösung der Schmelze versetzte ich mit Weinsäure, Ammoniak und Schwefelammonium, den Niederschlag löste ich zur Reduction und vollständigen Trennung von Eisen und Titan mit Salzsäure, worauf der farblosen Lösung abermals Ammoniak und Schwefelammonium zugesetzt und das Schwefeleisen wie gewöhnlich weiter behandelt wurde. Der Niederschlag des Eisenoxydhydrats erschien wieder ganz rein durch seine dunkel rothbraune Farbe. Zum Aufschluss des geglühten Eindampfungsrückstandes der weinsauren Lösung genügte der Zusatz von etwas Schwe-

felsäure, da schwefelsaures Kali bereits vom ersten Aufschluss vorhanden war. In der klaren Lösung dieser Kalibisulfatschmelze entstand beim Kochen eine milchige Trübung von ausgeschiedener Titansäure, welche sich jedenfalls an der Zusammensetzung des Erzes betheiligt, zumal etwa eingewachsener Rutil nach Auflösung der Probe in Schwefelsäure zurückgeblieben und der Beobachtung nicht entgangen wäre, überhaupt ein anderes Mineral nicht zugegen war. Im Filtrat des Titansäure-Niederschlages fand ich mit phosphorsaurem Natron auch Magnesia, welche in Anbetracht der Reinheit der angewendeten Probe von Chlorit unzweifelhaft dem Erze angehört.

Gefunden:			Atomquotienten:		Verh.:	Gerechnet:		
TiO_2	44,50		Ti	0,5427	7	TiO_2	44,63	
FeO	33,72		$\overset{II}{Fe}$	0,4683	6	FeO	33,60	
MgO	3,03		Mg	0,0758	1	MgO	3,11	
Fe_2O_3	19,55	(zus. 57,02)	$\overset{III}{Fe}$	0,2444	3	Fe_2O_3	18,66	(zus. 55,99)
	100,80						100	

$$Ti : (\overset{II}{Fe}, Mg) = 0,5427 : 0,5441 = 7 : 7;$$

$$Ti : \overset{II}{Fe} = 1 : 1, \quad Ti : Mg = 1 : 1;$$

$$\left\{ \begin{array}{l} 6\,TiFeO_3 \\ 1\,TiMgO_3 \\ \frac{3}{2}Fe_2O_3 \end{array} \right\}.$$

Somit sind die mit dem Magnetit vom Fürtschlagl verwachsenen Täfelchen ein normales Titaneisen, bestehend aus den drei isomorphen Verbindungen titansaures Eisenoxydul, titansaure Magnesia und Eisenoxyd. Mit diesem Resultat im Einklang befinden sich nun auch die Beobachtungen über die Form und dunkle Strichfarbe der Kryställchen.

Augenscheinlich vollkommen ähnliche Blättchen erscheinen nicht selten im Muttergestein der Magnetite vom Fürtschlagl, im Chloritschiefer. Zum Nachweise ihrer Identität mit den eben beschriebenen isolirte ich dieselben auf folgende Weise. Das feine Gesteinspulver wurde mit Wasser geschlämmt, um einen mit dem Erz angereicherten Rückstand zu erhalten, der durch Thoulet'sche Lösung besser vom Chlorit befreit wurde; doch gelang in Folge der innigen Verwachsung desselben mit dem Titaneisen die vollständige Trennung erst auf chemischem Wege durch Zersetzung des Chlorits in kochender Salzsäure und Lösung der abgeschiedenen Kieselsäure in Natronlauge. Die so gereinigten glänzenden schwarzen Blättchen zeigten genau die Formen der im Magneteisen eingewachsenen, ebenso den schwarzen Strich und schwachen Magnetismus. Die Resultate der quantitativen chemischen Analyse mitzutheilen kann ich mir ersparen, da sie mit den zuletzt erwähnten vollkommen harmoniren, sodass die Gleichheit beider Titaneisen über jeden Zweifel erhoben ist. Dieses gleichzeitige Auf-

treten von Ilmenit im Magnetit und Chloritschiefer ist deshalb von Bedeutung, weil es zu Gunsten einer ursprünglichen Verwachsung von Titan- und Magneteisen spricht gegen die Annahme einer secundären Entstehung des Ilmenits aus dem Magnetit, welche schon durch das Fehlen von Titan im Magneteisen unhaltbar wird.

Nach diesen Erfahrungen erübrigt noch die Frage nach der Art und Weise der Verknüpfung beider Mineralien. Betrachtet man die Orientirung der Kryställchen des Titaneisens auf den Oktaëderflächen des Magnetits, wie sie in der beigegebenen Figur zur Anschauung gebracht wurden, so ist neben gesetzlos verstreuten Strichen auch eine Regelmässigkeit in ihrer Anordnung nicht zu verkennen, welche sich durch den häufigen Parallelismus der Streifen mit den drei Seiten der Oktaëderflächen äussert. Bedenken wir, dass die Striche mit den Durchschnittstracen der basischen Ilmenittäfelchen auf den O-Flächen des Magneteisens zusammenfallen und berücksichtigen besonders den Verlauf dieser Schnittlinien, sobald die Titaneisenkryställchen an den Kanten des Oktaëders erscheinen, wie dies aus der Abbildung zu ersehen ist, so besteht die Gesetzmässigkeit der Verwachsung in dem Parallelismus der Endfläche (0001)$0R$ von Ilmenit mit den (111)O-Flächen von Magnetit, in welcher Stellung sich die rhomboëdrischen Formen der regulären Symmetrie am besten anpassen. Es ist wohl natürlich, dass bei dieser Verbindungsweise auf jeder Oktaëderfläche lediglich die dazu geneigten Täfelchen deutlich hervortreten, während sich die damit parallelen und überdies mit dem Magnetit in Farbe und Glanz übereinstimmenden Titaneisenblättchen der Wahrnehmung entziehen.

Die geschilderte Verwachsung von Ilmenit und Magnetit erinnert sofort lebhaft an eine schon bekannte ganz analoge Erscheinung. Es ist dies die bereits Eingangs erwähnte regelmässige Verwachsung von Eisenglanz mit Magnoferrit. Die Analogie liegt, abgesehen von der nahen Verwandtschaft der verwachsenen Mineralien, in der Gleichheit des Verwachsungsgesetzes, welche im Allgemeinen als erwiesen gelten muss, wenn auch die mangelhafte Randentwickelung und geringen Dimensionen der Ilmenitkrystalle es nicht ermöglicht haben, die gegenseitige Stellung der verwachsenen Krystalle in ihrer gemeinsamen Ebene so ins Einzelne zu verfolgen, als es an den grösseren und deutlicheren Eisenglanzkrystallen vom Vesuv G. vom Rath*) und Scacchi**) gelungen ist.

Vorliegende Beobachtungen liefern ein weiteres Beispiel von fremden Einschlüssen in opaken Erzen, welche selbst die bei pelluciden Mineralien so erfolgreiche mikroskopische Untersuchung nicht zu enthüllen vermag. Ich erinnere an die Verwachsung von Rutil mit Titaneisen***) und Mag-

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1876, 386 und 640.

**) Ebenda 1876, 638.

***) Diese Zeitschr. **6**, 248.

netit*). In den Augen des Analytikers müssen aber alle Einschlüsse der zu untersuchenden Substanz als Verunreinigungen erscheinen, deren Beseitigung geboten ist. Zu diesem Zwecke ist es vor Allem nothwendig, die Interpositionen blosszulegen. Dazu mag bei niedrigerem Volumgewicht derselben die Jodquecksilberkalium-Lösung verhelfen, manchmal kann der Magnet zweckdienlich sein; sicherer, durchgreifender und namentlich bei feiner Durchwachsung unentbehrlich bleibt die chemische Trennung, welche auf die Erprobung von Löslichkeitsdifferenzen der verbundenen Mineralien gerichtet ist und selbst im ungünstigsten Falle immerhin durch Berechnung der in Abzug zu bringenden Bestandtheile noch zum Ziele führen kann, was vorliegende und ältere Untersuchungen hinreichend bestätigen.

Welche Bedeutung aber solchen Einlagerungen bei der Bestimmung der Zusammensetzung eines Minerals beizumessen ist, ergiebt sich aus ihrem Einfluss auf die Resultate der Analyse. So würden, um nur ein oder das andere Beispiel vorzuführen, Rutileinschlüsse einen Titansäure-Gehalt des bewirthenden Erzes zur Folge haben, oder doch mindestens dessen eigenen Titangehalt vergrössern und das normale Verhältniss zum Eisengehalt aufheben. Auch durch Unkenntniss der Verwachsung des Magneteisens vom Fürtschlagl mit Ilmenit ergäbe sich in demselben eine gewisse Menge von Titansäure, welche ihm keineswegs zukommt. Sollte der Ueberschuss an Eisenoxydul (32,54 gegen 31,03 %) in der Analyse des Zillerthaler Magneteisens von Rammelsberg**) vielleicht auch auf diese Verwachsung zurückzuführen sein?

Als ich nämlich mit nun geschärfter Aufmerksamkeit die älteren Magnetit-Vorkommnisse vom Zillerthal, namentlich die allgemein verbreiteten und bekannten Oktaëder vom Greiner musterte, fand ich zu meiner grössten Ueberraschung auch bei diesen Stufen dieselbe Verwachsung mit Ilmenit, und ist es um so merkwürdiger, dass deren Entdeckung so lange den Blicken der Forschung entgangen.

So viel geht nun aus den mitgetheilten Untersuchungen hervor, dass die Beachtung mikrolithischer Verwachsungen niemals vernachlässigt werden darf, dass vielmehr mit der Grösse der Schwierigkeit ihrer Entdeckung in undurchsichtigen Mineralien auch die Sorgfalt der Prüfung zunehmen muss, weil sie die unerlässliche Vorbedingung ist für die richtige Erkenntniss der Mineralconstitution.

*) Diese Zeitschr. 8, 326.

**) Mineralchemie 1875, 2, 131.

V. Zwillingsstreifung am Magnetit.

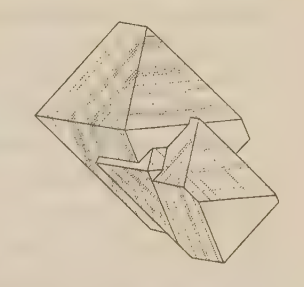
(Mittheilungen aus dem mineralogischen Laboratorium des Polytechnikums zu Karlsruhe. XIV.)

Von

A. Cathrein in Karlsruhe i. B.

(Mit 1 Holzschnitt.)

Bei Betrachtung einer Magnetitstufe vom Fürtschlagl, zum Zwecke der Demonstration der eben beschriebenen Verwachsung mit Titaneisen, bemerkte ich an der Gruppe dreier Oktaëder in paralleler Stellung ganz unerwartet schon mit unbewaffnetem Auge eine deutliche Flächenstreifung, welche nach ihrer ganzen Erscheinungsweise sofort auf polysynthetische Zwillingsbildung nach Analogie der triklinen Feldspäthe hinwies. Beistehende Figur soll das beobachtete Phänomen möglichst naturgetreu zur Anschauung bringen, wobei die Streifen durch punktirte Linien dargestellt sind.



Was vor Allem in die Augen fällt, ist der constante Parallelismus der geradlinigen Streifen mit den Kanten des Oktaëders, und zwar sind es drei in derselben Ebene liegende Oktaëderkanten, denen das Hauptstreifensystem parallel läuft, sodass sämmtliche Streifen gleichgerichtet sind mit den Durchschnittstracen einer Oktaëderfläche mit den sechs zu ihr geneigten *O*-Flächen, während die eine Oktaëderfläche und die dazu parallele ungestreift geblieben. Auf allen drei Individuen verläuft die Streifung in demselben Sinne. Untergeordnet zeigt sich an den zwei kleineren Krystallen noch ein zweites und drittes Streifensystem nur auf einer Oktaëderfläche deutlich, weiterhin aber nicht zu verfolgen; der Verlauf derselben ist analog dem ersten System parallel einer Oktaëderkante.

Wollte man als Ursache dieser Riefung oscillatorische Combination an-

nehmen, so würde vorerst die Thatsache unerklärt bleiben, dass stets gerade zwei gegenüberliegende Oktaëderflächen von der Streifung nicht betroffen werden, überdies käme dann kein einfaches, vielmehr ein dreifaches Streifensystem auf jeder Oktaëderfläche zur Entwickelung in Gestalt gleichseitiger Dreiecke, conform den Oktaëderkanten. Unverkennbar wären die weiteren charakteristischen Merkmale der oscillatorischen Combinationsstreifung, als einer reinen Oberflächenerscheinung, nämlich die Unstetigkeit im Verlauf der Streifen auf einer und derselben Fläche und die Nichtcoincidenz der Streifensysteme benachbarter Flächen an den Oktaëderkanten. Ausserdem müssten bei schwingender Combination Flächenstreifen in der Lage des Dodekaëders oder des Oktaëders auf den O-Flächen erscheinen, je nachdem Dodekaëder mit Oktaëder, oder aber die Flächen des Oktaëders selbst sich oscillatorisch combinirt hätten, was im vorliegenden Falle nicht zu beobachten ist.

Ebensowenig lässt sich die vorhandene Streifung durch Wachsthumsverhältnisse erklären, wie wenn das Bestreben einer tafeligen Ausbildung der Individuen nach der Oktaëderfläche durch Fortwachsen in der Richtung der dazu normalen trigonalen Zwischenaxe wiederholt unterbrochen worden wäre; müssten doch in diesem Falle schmale Ansätze der betreffenden Oktaëderfläche sichtbar werden.

Endlich ist auch an Spaltbarkeit oder Absonderung gar nicht zu denken, weil diese Eigenschaften selbstverständlich nicht einseitig nach einer einzigen Fläche des Oktaëders auftreten könnten.

Stellen wir dem Gesagten die Eigenthümlichkeiten unserer Streifung gegenüber, namentlich also den Umstand, dass dieselbe nur auf sechs Flächen des Krystalls und nur nach der einen Richtung parallel ihren Combinationskanten mit den beiden ungestreiften O-Flächen auftritt, ferner, dass die Streifen unbeschadet der Unebenheiten der Krystallflächen stetig über die ganze Oberfläche sich hin erstrecken, ganz besonders aber die Thatsache, dass jeder Streifen von der einen Fläche über die Kante zu der nächsten ununterbrochen sich fortsetzt, so verweist Alles mit Entschiedenheit auf *polysynthetische Zwillingsverwachsung* nach der Oktaëderfläche, und entsprechen demnach die beobachteten Streifen ebensovielen feinsten Zwillingslamellen, welche nach dem gewöhnlichen Gesetz dem Oktaëder eingeschaltet sind und so die Ausbildung eines scheinbar einfachen Krystalls nicht stören. In der Regel besitzen nun sämmtliche Lamellen eine gemeinsame Zwillingsaxe, das heisst, es erfolgt die lamellare Verwachsung nur nach einer Oktaëderfläche, seltener gesellt sich dazu eine zweite und eine dritte, zur ersten geneigte Zwillingsaxe, wie dies in der Abbildung am kleineren untersten und kleinsten mittleren Krystall zu sehen ist, welche Lamellen nach den Flächen $11\bar{1}$ und $1\bar{1}\bar{1}$, beziehungsweise nach $11\bar{1}$, $1\bar{1}\bar{1}$ und 111 enthalten.

Erneute sorgfältige Durchsicht einer grossen Zahl oktaëdrischer Magnetitkrystalle vom Fürtschlagl und anderer ähnlicher Magneteisen-Vorkommen im Chloritschiefer der Zillerthaler Alpen ergab die Seltenheit solcher Zwillingsriefung, welche ich nur noch an einer Gruppe parallel verwachsener Oktaëder und an einem Oktaëderbruchstück vom Greiner aus meiner Sammlung wiederfinden konnte.

Die beschriebene Erscheinung erinnert völlig an die Zwillingsstöcke der Plagioklase, welche auch unter Erhaltung der anscheinend einfachen Krystallform zahlreiche Lamellen in Zwillingsstellung einschliessen, die sich durch die bekannte charakteristische Streifung offenbaren; ein anderes Analogon bietet die Zinkblende, deren Krystalle und dodekaëdrische Spaltungsformen so häufig von dünnen Zwillingslamellen massenhaft durchsetzt sind. Für das Magneteisen ist diese Art gesetzmässiger Verwachsung neu, da die bisher beobachtete vielfache Zwillingsbildung wesentlich davon abweicht. Es ist dies eine zuerst von Rosenbusch aus S. João d'Ypanema in Brasilien*), dann von Frenzel aus dem Seufzergründel bei Hinterhermsdorf unweit Sebnitz in Sachsen**) beschriebene Wiederholung des Spinellgesetzes an normalen Magnetitzwillingen, indem auf der einen Oktaëderfläche zahlreiche progressiv kleiner werdende Lamellen in Zwillingsstellung aufgewachsen erscheinen, wodurch pseudohexagonale Formen entstehen. Am Spinell hingegen sind ähnliche lamellare Zwillinge bekannt und hat namentlich Strüver auf die in anscheinend einfachen Krystallen und complicirteren Zwillingsgruppen vorkommende Einschaltung dünner Lamellen nach der *O*-Fläche aufmerksam gemacht***).

Uebrigens ist zu erwarten, dass es nunmehr gelingen wird, die besprochene Zwillingsstreifung an den in allen Sammlungen vertretenen Magnetitstufen vom Zillerthal noch öfter zu beobachten.

---

*) Berichte der naturforschenden Gesellschaft zu Freiburg i. B. 1870, 38.

**) Neues Jahrbuch für Mineralogie 1875, S. 684.

***) Diese Zeitschr. **2**, 483.

VI. Die Krystallform des Pfitscher Zirkons.

Von

Arthur Gehmacher in Wien.

(Hierzu Taf. III, Fig. 1—4.)

---

v. Kobell: Gelehrte Anzeigen d. Ak. d. Wiss. München 1845, **20**, 827. Neues Vorkommen von Zirkon in Tyrol; id. Erdmann J. f. pr. Ch. 1845, **36**, 300.

H. Dauber: Pogg. Ann. 1859, **107**, 275. Krystallmessung am Pfitscher Zirkon.

G. vom Rath: Pogg. Ann. 1859, **108**, 353. Zeichnung eines Pfitscher Zirkonkrystalles.

F. Hessenberg: Abhandl. d. Senk. G. Frankfurt 1861, **4**, 17. Notizen über den Pfitscher Zirkon.

E. Mallard: Diese Zeitschr. 1877, **1**, 318. Zirkon monosymmetrisch.

A. Madelung: Diese Zeitschr. 1883, **7**, 75. Zirkon zweiaxig.

W. Klein: Diese Zeitschr. 1884, **9**, 46. Optische Anomalien mancher Zirkonkrystalle.

Die »Rothen Wände« des Pfitschgrundes in Tyrol sind schon seit Langem als Fundort mehrerer ausgezeichneter Mineralien, darunter namentlich Periklin, Rutil und Zirkon, bekannt. Letzterer findet sich sowohl in der braunen, als auch in der farblosen Varietät vor, wird meist von Diopsid, Chlorit, Epidot, Titanit und Granat begleitet und sitzt auf einem dichten Gemenge dieser Mineralien auf. Wenn man nur die deutlich entwickelten Flächen berücksichtigt, ist die Form dieser Zirkonkrystalle, wie die genannten Autoren bereits erwähnt haben, ziemlich einfach. Hauptsächlich treten die Flächen (100), (110), (111), (311) auf. Geringe Grösse erreichen die Flächen (331), (511). vom Rath beobachtete auch die Fläche (441), die aber an dem mir vorliegenden Krystalle nicht entwickelt war.

Der von mir untersuchte farblose Zirkonkrystall ist vom Handstücke Nr. 4449 des mineralogischen Museums der Universität Wien losgebrochen. Er zeigte im Allgemeinen einfache Gestaltung. Die nähere Betrachtung lehrte jedoch, dass die Deuteroprismen nicht ebenflächig, sondern aus mehreren, nicht ganz parallelen Flächensegmenten zusammengesetzt waren.

Ebenso erwiesen sich die Pyramiden nicht als einfache, sondern als gebrochene Flächen.

Da die früher erwähnten Autoren Mallard, Madelung, Klein optische Anomalien am Zirkon fanden und dies, wie bekannt, auf krystallographische Abweichungen schliessen lässt, so wurde der Krystall, nachdem die Messung vollendet war, auch optisch geprüft. Eine aus ihm geschliffene Axenplatte erschien unzweifelhaft einaxig. Unter dem Mikroskop erwies sie sich vollständig homogen. Von einer Anomalie im optischen Sinne war nichts zu bemerken. Die vorhandenen Asymmetrien im Baue der Flächen können daher nur von vicinalen Flächen hervorgebracht sein.

Es verdient bemerkt zu werden, dass wahrscheinlich schon Dauber vicinale Flächen beobachtete, ohne sie als solche zu erkennen, denn die von ihm angeführten Werthe pp' zeigen ein Minimum bei 56° 29′ 18″ und ein Maximum bei 57° 7′ 36″. Die Differenz beträgt demnach 38′ 18″ und könnte durch vicinale Flächen hervorgerufen sein. Dauber berücksichtigte dies aber gar nicht, sondern bildete aus den Zahlen nur das Gewichtsmittel. Dass das Mittelnehmen einer grossen Anzahl von Messungen das Resultat verschlechtern könne, dass man eigentlich jeden einzelnen Werth zu discutiren habe, hat wohl zuerst Schrauf vor vielen Jahren betont.*)

Der mir vorliegende Zirkonkrystall zeigt folgende Formen:

$a = (100)$	$\tau = (15.1.1)$
$m = (110)$	$\sigma = (18.1.1)$
$p = (111)$	$\alpha = (107.100.107)$
$u = (331)$	$\beta = (100.100.104)$
$x = (311)$	$\gamma = (104.100.100)$
$z = (511)$	$\delta = (100.100.103)$.

Seine etwas idealisirte Gestalt ist in Fig. 1 Taf. III ohne Rücksicht auf die vicinalen Flächen dargestellt.

Die Bestimmung der normal entwickelten Flächensegmente basirt auf folgenden Messungen:

	Beobachtet:	Berechnet:
$m_1 u_1$	= 20° 16′	20° 12′
$m_2 u_2$	= 20 51	-
$m_3 u_3$	= 20 26	-
$m_4 u_4$	= 19 55	-
$p_1 m_1$	= 47 20	47 50
$p_2 m_2$	= 47 59	-
$p_3 m_3$	= 47 34	-
$p_4 m_4$	= 47 52	-

*) Ueber Signal bei Krystallmessungen. Sitzb. d. k. Akad. d. Wiss. Wien 1872, **65** (I.), 277.

	Beobachtet:	Berechnet:
$p_1 x_1$	$= 30^0 18'$	$29^0 57'$
$p_4 x_4$	= 29 46	-
$p_1 z_1$	= 40 55	41 19
$p_2 z_2$	= 41 13	-
$p_3 z_3$	= 41 20	-
$p_1 p_2$	= 57 4	56 41
$p_2 p_3$	= 56 28	-
$p_3 p_4$	= 56 17	-
$p_4 p_1$	= 56 27	-
$a_1 p_1$	= 62 0	61 40
$a_2 p_2$	= 61 15	-
$a_4 p_4$	= 61 28	-

Jede Pyramidenfläche zeigt eine Theilung in zwei Felder; von diesen gehört eines mit grosser Wahrscheinlichkeit der wirklichen Grundpyramide an (vergl. vorhergehende Winkeltabelle), während das zweite Feld als vicinal liegend betrachtet werden muss. Wie schon vorn berichtet, sind dies die Flächen:

$\alpha = 107.100.107$ vicinal zu p_1
$\beta = \bar{1}00.100.104$ - - p_2
$\gamma = \bar{1}04.\bar{1}00.100$ - - p_3
$\delta = 100.\bar{1}00.103$ - - p_4.

Deren Stellung im Raume versinnlicht Fig. 2 Taf. III. Bemerkenswerth ist, dass die vicinalen Flächen keine regelmässig pyramidale Symmetrie erkennen lassen.

Zur Bestimmung dieser zur Grundpyramide vicinalen Flächen wurden die nachfolgenden Messungen benutzt:

	Beobachtet:	Berechnet:
αm_1	$= 48^0 56'$	$48^0 48'$
αa_2	= 63 3	63 15
αp_3	= 83 27	83 23
αp_4	= 55 25	55 5
αa_1	= —	61 12
βm_2	= 48 59	48 57
βa_1	= —	62 20
βp_2	= —	1 7
βp_3	= 55 44	56 1
βp_4	= 83 9	83 13
γm_3	= —	47 17
γa_3	= 60 52	60 43
γp_1	= 85 3	84 54

	Beobachtet:	Berechnet:
γp_4	$= 57^0 30'$	$57^0 37'$
δm_4	$= 48\ 40$	$48\ 40$
δa_4	$= 62\ 14$	$62\ 10$
δx_4	$= 30\ 32$	$30\ 27$
δp_1	$= 55\ 51$	$56\ 10$
δp_2	$= 83\ 21$	$83\ 30$
δp_3	$= 55\ 31$	$56\ 10$

Die Untersuchung der Deuteroprismen lehrte, dass dieselben nicht einheitlich waren, sondern aus einer grösseren Anzahl Felder bestanden. Diese lagen fast durchgehends in einer der beiden Zonen ap und ap', nur ganz kleine Segmente machten hiervon eine Ausnahme. Je ein oder zwei dieser Flächenstückchen ergaben sich als die eigentlichen (100), die übrigen waren zu ihnen vicinal. Die Anordnung letzterer schien bei oberflächlicher Betrachtung eine regellose zu sein. Wie aber die gemachten Zeichnungen der Flächen a_1, a_2, a_3 (Fig. 3) darlegen, zeigt sich eine ziemlich regelmässige Abwechselung der zu a gehörigen Flächenstreifchen mit den vicinalen. In der citirten Figur stellen die weiss gelassenen Felder die wirklichen Deuteroprismen, die dunkel gehaltenen die vicinalen Flächen dar. Besonders deutlich tritt diese wiederkehrende Anordnung bei a_2 hervor, welche man ungefähr mit der durch wiederholte Zwillingsbildung entstehenden Streifung vergleichen könnte. Nur auf der Fläche a_4 (Fig. 4) findet man diese regelmässige Wiederholung nicht. Die Unregelmässigkeit von a_4 wird noch gesteigert durch das Auftreten von vicinalen Flächen, deren Symbole etwa $\frac{1}{30}P$, $\frac{1}{70}P$ lauten könnten. Sie sind in der Fig. 4 durch Fragezeichen angedeutet.

Es ist

$+\sigma_1 = (18.1.1)$ vicinal zu a_1
$+\sigma_4 = (1.\bar{1}\bar{8}.1)$ - - a_4
$-\sigma_4 = (\bar{1}.\bar{1}\bar{8}.\bar{1})$ - - a_4
$-\tau_1 = (15.\bar{1}.\bar{1})$ - - a_1
$+\tau_2 = (1.15.1)$ - - a_2
$+\tau_3 = (\bar{1}\bar{5}.\bar{1}.1)$ - - a_3
$-\tau_3 = (\bar{1}\bar{5}.1.\bar{1})$ - - a_3.

Um die Lage der Flächen im Raume festzuhalten, mussten die Buchstaben Suffixe erhalten, sowie die vicinalen Flächen der oberen Krystallhälfte +, die der unteren Hälfte —Vorzeichen bekamen. (Vergl. auch Fig. 2.) Die Bestimmung jener Flächen, die vicinal zum Deuteroprisma $\infty P \infty$ sind, stützt sich auf folgende Messungen:

	Beobachtet:	Berechnet:
$-\tau_1 : a_1 =$	7° 3′	7° 3′
$-\tau_1 : p_1 =$	68 25	68 43
$\sigma_1 : a_1 =$	5 38	5 53
$\sigma_1 : p_1 =$	55 46	55 47
$\tau_2 : a_2 =$	7 18	7 3
$\tau_2 : p_1 =$	54 55	54 37
$-\tau_3 : a_3 =$	6 36	7 3
$-\tau_3 : p_3 =$	68 46	68 43
$\tau_3 : a_3 =$	7 6	7 3
$\tau_3 : z_3 =$	13 39	13 18
$-\tau_3 : z_3 =$	27 29	27 24
$-\tau_3 : \tau_3 =$	13 50	14 6
$\sigma_4 : p_4 =$	55 54	55 47
$\sigma_4 : a_4 =$	6 26	5 53
$-\sigma_4 : p_4 =$	67 47	67 33
$-\sigma_4 : a_4 =$	6 20	5 53
$-\sigma_4 : \sigma_4 =$	11 46	11 46

Zur Winkelberechnung wurde das von Haidinger 1817, Kupffer 1825, Kokscharow, vom Rath und Dauber ermittelte Axenverhältniss $a : a : c = 1 : 1 : 0{,}64025$ zu Grunde gelegt.

Die Genauigkeit meiner Messungen ist gering, sie sind höchstens auf 2—3 Minuten sicher, weil die Signalreflexe selten ungestört waren. Deshalb wurden auch in der Rechnung nur Minuten angegeben.

Die Untersuchung wurde an dem Material und mit den Hülfsmitteln des mineralogischen Museums der Universität durchgeführt, unter der gütigen Leitung des Herrn Vorstandes Professor A. Schrauf, dem ich hiermit meinen ergebensten Dank ausspreche.

Wien, 6. März 1886.

VII. Universalprojectionsapparat

zur objectiven Darstellung der mikroskopischen Bilder von Gesteins-Dünnschliffen ohne und mit Polarisation, der Erscheinungen dicker und dünner Krystallplatten in parallelem und convergentem polarisirten Licht, von Spannungserscheinungen, des Unterschiedes gerader und schiefer Auslöschung, der Erscheinungen des Pleochroismus und mikrochemischer Reactionen.

Von

F. J. P. van Calker in Groningen.

(Hierzu Taf. III, Fig. 5—10.)

Seit mehreren Jahren war ich bemüht, in meinen allgemeinen Vorlesungen die vorstehend genannten Erscheinungen durch Projection auf einen Papierschirm meinen Zuhörern vorzuführen. Nach verschiedenen darauf hinzielenden Versuchen, die mir jedoch nicht meinen Anforderungen genügende Resultate gaben, habe ich mir nun einen Projectionsapparat zusammengestellt, welcher jene verschiedenen Erscheinungen nicht nur schön zur Darstellung bringt, sondern auch, wie es manchmal wünschenswerth ist, in kurzer Zeit rasch nach einander zu zeigen gestattet.

Man erwarte nicht die Construction eines neuen Apparates, denn gerade das lag nicht in meiner Absicht. Besondere Projectionsvorrichtungen zur Darstellung der verschiedenen genannten Erscheinungen würden gewiss von verschiedenen optischen und mechanischen Instituten in vorzüglicher Weise geliefert werden können, und Fachgenossen, welche über reichliche Subsidien verfügen können, dürften wohl im Besitze solcher sein, oder doch mit Leichtigkeit solche erlangen können. Mir aber war es gerade darum zu thun, um der Anschaffung eines besonderen Instrumentes überhoben zu sein, vorhandene Apparate zu benutzen, die gegenwärtig auch wohl in keinem mineralogischen oder petrographischen Institute fehlen dürften. Wiewohl es nun jedem Fachgenossen ein Leichtes sein wird, sich derartige Zusammenstellungen zu machen, so dürfte doch vielleicht dem Einen

oder Anderen eine Mittheilung in dieser Beziehung erwünscht sein, wenn ihm auch nur dadurch etwas Zeit und Mühe gespart wird.

Als projicirende Lichtquelle benutze ich eine optische Laterne (grösseres Sciopticon) mit Kalklicht und Doppelcondensor von E. Liesegang in Düsseldorf, welche mit aufgeschraubtem Doppelobjectiv zur Projection von Glasphotogrammen dient.

Behufs der Projection von Dünnschliffen wird das Doppelobjectiv entfernt und statt dessen der Ring *a* Fig. 5 eingeschraubt und in denselben der Träger für die mikroskopischen Präparate Fig. 6 mit seinem Ansatzrohre *b* eingeschoben, während an der mit dem Ringe *a* verbundenen Zahnstange *z* mittelst Mikrometerschraube der Ring *y* sich verschieben lässt, in welchen Schraubengänge eingeschnitten sind, um an der linken Seite verschiedene Mikroskopobjective entweder direct (z. B. Mikroskopobjective von C. Zeiss) oder mittelst eingeschraubten Vermittlungsringes *w* (z. B. zu den Fuess'schen Mikroskopen gehörige Hartnack'sche Objective) aufnehmen zu können, während rechts ein Nicol'sches Prisma eingesetzt werden kann. Was die Vorrichtung zum Einklemmen der mikroskopischen Präparate Fig. 6 betrifft, so hat sich mir die folgende Einrichtung (vom Mechaniker O. Keip in Groningen construirt) als praktisch bewährt, da die Objectträger (Giessener Format) dadurch ohne Pressung, aber doch fest genug gehalten werden, um bei Runddrehung nicht zu gleiten, leicht und rasch gewechselt werden können, ferner auch eine bequeme Verschiebung des Objectes in seiner Ebene nach allen Richtungen möglich ist, so dass leicht jede Stelle des Präparates zur Anschauung gebracht werden kann. Diese Vorrichtung wird mittelst eines Ansatzrohres *b*, worin eine Blendung β eingesetzt ist, drehbar in den Ring *a* Fig. 5 eingeschoben und besteht (cf. Durchschnitt Fig. 6) aus zwei, durch drei $1\frac{1}{2}$ cm lange Stäbchen verbundenen, runden Messingscheiben *c* und *d* mit centraler kreisförmiger Oeffnung ω und einer Messingscheibe *e* mit rund umgebogenem Rande, welche durch einen federnden Spiraldraht gegen die Scheibe *c* so stark angedrückt wird, dass der eigentliche Objecthalter Fig. 7, am Griffe gefasst, sich mit seinem gabelförmigen und keilförmig auslaufenden Ende bequem zwischen *c* und *e* Fig. 6 einschieben und drehen lässt, aber auch in jeder Lage festgehalten wird. Dieser Objecthalter Fig. 7 kann betrachtet werden als eine Messingplatte mit viereckigem Ausschnitt *ghik*, welch letzterer aber durch die Platte *l* verengert wird, die durch eine in der Dose *m* verborgene Feder vorgeschoben wird und zwischen deren eingefalztem vorderen Rande und der Kante *gh* der Objectträger mit dem mikroskopischen Präparat, durch schwachen Druck gegen erstere Kante, bequem eingelegt und dann festgehalten wird. Das Hineinschieben und Herausziehen des Objecthalters, ebenso wie das Vertauschen von Präparaten, geschieht sehr leicht und rasch.

Um die Präparate mit Polarisation zu zeigen, braucht man nur das Rohr der Laterne, woran der eben beschriebene Apparat mittelst des Ringes *a* festgeschraubt ist, herauszuziehen, einen Glasplattensatz oder grosses Nicol'sches Prisma, als Polarisator, einzusetzen und wieder einzuschieben, und den analysirenden Nicol, wie oben angegeben, in den Ring *y* von der rechten Seite einzusetzen.

So lassen sich dann, ausser den vielen verschiedenen mikromorphologischen Phänomenen der Dünnschliffe in gewöhnlichem Lichte, auch der Unterschied isotroper und anisotroper Durchschnitte, Verschiedenheit der Farbe nach Dicke der Blättchen und Grad der Doppelbrechung, Zwillingsstreifung der Plagioklase, Circularpolarisation des Quarzes, Pleochroismus (nach Entfernung des Analysators), gut demonstriren, da ja der Objectträger rund gedreht werden kann.

Zur projectiven Darstellung der Erscheinungen in parallelem und convergentem polarisirten Lichte von makroskopischen Objecten benutze ich die entsprechenden Theile des Groth'schen Universalapparates, wie er von R. Fuess in bekannter vortrefflicher Ausführung geliefert wird. Zu dem Ende wird, statt des Ringes *a* Fig. 5 des ersten Arrangements, nun Ring *n* Fig. 8 an die Laterne eingeschraubt, der die gespaltene Hülse *o* trägt, in welch letztere man zuvor das darein passende, den polarisirenden Nicol tragende Rohr des Polarisationsinstrumentes eingeschoben hat. Dann schiebt man auf den vorderen Theil desselben Rohres mittelst des Ringes *p* den Apparat Fig. 9. Derselbe besteht aus einer dreikantigen Stange, an deren linkem Ende der auf das Polarisatorrohr aufgeschobene Ring *p* befestigt ist, während auf ihrer rechten gezahnten Hälfte ein gleicher Ring *q* mittelst Mikrometerschraube verstellbar ist, in welchen das Analysatorrohr des Polarisationsapparates für paralleles oder convergentes Licht eingeschoben wird und an demselben übrigens freien Ende der Stange eine verstellbare Stütze *T* angebracht ist. Ausserdem ist noch auf die Stange die Hülse *r*, mit Schraube verstellbar, aufgeschoben, welche eine federnde Gabel trägt, die zur Aufnahme eines in letzterer drehbaren Präparatenträgers bestimmt ist. Letzterer (Fig. 10, *A*, *B*) besteht aus einer Messingdose, deren Boden *t* und Deckel *s* einen centralen kreisförmigen Ausschnitt besitzen von so grossem Radius, dass die Tubus des Polarisationsapparates bequem hindurch gehen. Eine gleichartige, ringförmige Messingscheibe *u*, welche durch eine Spiralfeder nach dem Deckel zu gedrückt wird, bis sie durch ein paar kleine Stiftchen *v* aufgehalten wird, befindet sich im Innern der Dose und dient zum Festhalten der in Korkscheiben gefassten Objecte, welche nach Abnehmen des Deckels auf die Scheibe *u* gelegt werden und dann, nach Schluss des Deckels, zwischen letzterem und der Scheibe *u* festgeklemmt sind. Der scheibenförmige Deckel wird mit Bajonnetverschluss auf der Dose befestigt und so geht das Einlegen, Herausnehmen und Ver-

tauschen von Präparaten rasch von statten. Die Dose wird dann in die federnde Gabel *r* Fig. 9 eingeschoben und lässt sich mittelst des an ihrem Boden befestigten Griffes *x* bequem runddrehen.

Mittelst dieser Anordnung, und zwar für paralleles Licht, lassen sich nun der Unterschied isotroper und anisotroper Platten zwischen gekreuzten und parallelen Nicols, die Erscheinungen planer und keilförmiger Gypsblättchen, die Erscheinungen rasch gekühlter Gläser, der optischen Anomalien regulärer Krystalle etc. sehr schön in Projection zeigen, ebenso kann der Unterschied gerader und schiefer Auslöschung also mittelst drei oder vier verschiedenen Durchschnitten die Bestimmung des Krystallsystems demonstrirt werden.

Entfernt man den analysirenden Nicol, so ist die Anordnung für Darstellung des Pleochroismus nach Tschermak's Methode fertig und liefert z. B. mit Cordierit, Andalusit, Turmalin, Biotit, Hornblende etc. Bilder mit ausgezeichneten Farben und Intensitätsunterschieden.

Zur Darstellung der Ringsysteme schiebt man in den Polarisatortubus das entsprechende Linsensystem des Universalapparates und in den Ring *q* Fig. 5 den entsprechenden Analysatortubus mit Linsensystem des Universalapparates und regelt den Schirmabstand. Letzterer beträgt für meine verschiedenen Arrangements vom Präparate ab gerechnet, je nach Bedürfniss, 1,50 bis 2 m.

Nicht nur die Ringsysteme ein- und zweiaxiger Krystalle lassen sich so recht schön vorführen, sondern auch der optisch positive oder negative Charakter kann gut demonstrirt werden, ebenso die Abhängigkeit der Weite der Ringe von der Dicke der Platte sehr schön mit keilförmiger, senkrecht zur Axe geschnittener Kalkspathplatte.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass ich mich des ersten Arrangements (Fig. 5—7) auch bediene zur projectiven Darstellung mikrochemischer Reactionen. Manche derselben lassen sich mit vorher angefertigten, bereits trocken gewordenen Präparaten zeigen, während man andere Reactionen besser während der Projection entstehen lässt. Zu diesem Ende bilde ich durch drei mittelst Canadabalsams aufgeklebter Streifchen ganz dünnen Spiegelglases und eines darüber geklebten Deckgläschens kleine Tröge auf den Objectträgern, in welche man dann vor dem Einschieben die zu untersuchende Lösung oder Körnchen hineinbringt, um dann nach Projection auf den Schirm das Reagens mittelst Capillarpipette hinzuzufügen. Hat man vorher die nöthige Sorge auf Darstellung von Lösungen mit zweckmässigstem Concentrationsgrade verwandt, so kann man sehr schön die verschiedenen charakteristischen Formen einfacher oder verzwillingter Krystalle oder von Krystallaggregationen der für petrographische Bestimmungen besonders wichtigen Reactionen nach Streng und Behrens in ihrem Entstehen und Wachsen darstellen.

VIII. Krystallographische Untersuchungen einiger neuer organischer Verbindungen.

Von

Ed. Palla in Wien.

(Mit 5 Holzschnitten.)

Im vergangenen Jahre sind mir einige neue chemische Verbindungen zur krystallographischen Bestimmung übergeben worden. Die Resultate hiervon sind inzwischen zum Theil von den Herren Darstellern jener Verbindungen veröffentlicht worden, und es würde jeder Grund zur nochmaligen Publicirung der krystallographischen Untersuchungen wegfallen, wenn sich nicht mehrere störende Druckfehler eingeschlichen hätten, die ihre Ursache darin haben, dass die Correctur des krystallographischen Theiles von mir nicht eingesehen werden konnte. Andererseits wurde ich dadurch veranlasst, meine sämmtlichen Beobachtungen und Rechnungen nochmals zu revidiren, wodurch mehrere, jedoch nicht sehr wesentliche Veränderungen vorgenommen wurden.

1. Platindoppelverbindung des salzsauren Dioxypyridindiäthyläthers.

$$2[C_5H_3N(OC_2H_5)_2 + HCl] + PtCl_4.$$

Weidel und Blau: Studien über Pyridinabkömmlinge. Sitzungsber. der Akad. Wien 1885, **92**, II, 669.

In gelbrothen, spiessförmigen Krystallen von ca. 1 cm Länge. Entwickelt sind nur zwei Flächen, $a(100)$ und $c(001)$, und deren parallele Gegenflächen. Die Neigung derselben zu einander beträgt im Mittel $74^0\,43'$ (die Messungen bewegen sich in den Grenzen 72^0—78^0). Der Werth der Auslöschungsschiefe beträgt gegen die Kante 40^0; dies nöthigt, das asymmetrische System anzunehmen.

2. Dioxypyridinmonoäthyläther. $C_5 H_3 N(O C_2 H_5) O H$.

Weidel und Blau, ebenda.

In fast durchsichtigen, gelblichweissen, nach der *c*-Axe verlängerten asymmetrischen Krystallen, von denen aber nur wenige zum Messen geeignetes Material lieferten; erschwert ward die krystallographische Bestimmung namentlich dadurch, dass die Flächen $a(100)$ und $a_,(\bar{1}00)$ stark gekrümmt sind und in eine sehr steile vicinale Domenfläche übergehen. Zur Ermittelung des Parametersystems und der Indices wurde ein Annäherungsverfahren angewendet, das sowohl das Parameterverhältniss, als auch die passendsten Indices gleichzeitig zu liefern hatte. Die beobachteten drei Pyramidenflächen sind ihrer Lage nach nicht als die Flächen einer Grundpyramide bestimmbar, sondern müssen jede für sich signirt werden.

Sieht man von mehrzifferigen Indices, die vielleicht die Rechnung genauer gemacht hätten, ab, so haben die beobachteten Flächen folgende Indices:

Fig. 1.

$$a = (100)\infty\bar{P}\infty$$
$$b = (010)\infty\breve{P}\infty$$
$$d = (021)2,\breve{P}'\infty$$
$$\pi = (111)P'$$
$$p = (\bar{4}34),\bar{P}\tfrac{4}{3}$$
$$s = (5\bar{4}5)'\bar{P}\tfrac{5}{4}.$$

$$a : b : c = 0{,}9571 : 1 : 0{,}9826;$$
$$\alpha = 93^0\,1', \quad \beta = 88^0\,30', \quad \gamma = 90^0\,29'.$$

		Gemessen:	Berechnet:
$a : b$	$= (100):(010)$	$= 90^0\ 7'$	$90^0 25'$
$b : d$	$= (010):(021)$	26 44	26 20
$b : \pi$	$= (010):(111)$	53 13	53 33
$d : \pi$	$= (021):(111)$	38 49	38 55
$s : \pi$	$= (5\bar{4}5):(111)$	63 52	63 42
$b : p$	$= (010):(\bar{4}34)$	61 13	61 40
$d : p$	$= (021):(\bar{4}34)$	44 52	45 27
$\pi : p$	$= (111):(\bar{4}34)$	75 23	74 44
$s : p$	$= (5\bar{4}5):(\bar{4}34)$	105 9	103 45

Eine bessere Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung liesse sich mit ganz geringfügigen Modificationen des Parametersystems durch mehrzifferige Indices — etwa $(\bar{3}\bar{9}.30.39)$ für *p* — erzielen.

Das Extinctionsmaximum auf der Fläche *a* liegt etwa 9^0 gegen die Kante *ab* geneigt.

3. Platindoppelverbindung des salzsauren Dioxypyridinmonoäthyläthers. $2[C_5H_3NOH(OC_2H_5) + HCl] + PtCl_4$.

Weidel und Blau, ebenda.

In rothen, nach der c-Axe verlängerten Krystallnadeln. Die beobachteten Flächen sind: $a(100)$, $m(110)$, $c(001)$, $d(\bar{1}02)$.

Asymmetrisch.

α, β, γ nahe 90°.

Fig. 2.

$$a : b : c = 1,235 : x : 1.$$

		Gemessen:
$a : c$	$= (100):(001)$	$= 89^0 53'$
$a : d$	$= (100):(\bar{1}02)$	111 56
$a : m_1$	$= (100):(\bar{1}\bar{1}0)$	53 36
$m_1 : d$	$= (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}02)$	108 37

$$\measuredangle\, b_1 a c = 97^0 41'.$$

Die Auslöschungsschiefe beträgt auf der Fläche a gegen die Kante am ca. 25°.

4. Nitrosodipropylanilin. $C_{12}H_{18}N_2O$.

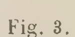
Dargestellt von Ed. Lippmann.

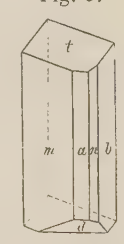
In grünen, nach der c-Axe langgestreckten Krystallen.

Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,5759 : 1 : 0,2767.$$

$$\alpha = 81^0 25', \ \beta = 85^0 16', \ \gamma = 89^0 36'.$$


Fig. 3.



Beobachtete Flächen:

$a = (100)\infty\bar{P}\infty$

$b = (010)$, $b_1 = (0\bar{1}0)\infty\breve{P}\infty$

$n = (110)\infty P'$

$m = (1\bar{1}0)$, $m_1 = (\bar{1}10)\infty' P$

$d = (10\bar{1}), \bar{P},\infty$

$t = (101)$, $t_1 = (\bar{1}0\bar{1})'\bar{P}'\infty$.

Den Rechnungen wurden zu Grunde gelegt die Winkel $at = 67^0 57'$, $ad = 60^0 17'$; ferner $ab = 89^0 42'$, $am = 30^0 9'$, $bc = 98^0 35'$.

		Beobachtet:	Berechnet:
$a : t$	$= (100):(101)$	$= 67^0 57'$	—
$a : n$	$= (100):(110)$	30 1	30^0 0′
$a : d$	$= (100):(10\bar{1})$	60 17	—
$a : m$	$= (100):(1\bar{1}0)$	30 14	30 9
$b : t$	$= (010):(101)$	97 38	97 50
$b : n$	$= (010):(110)$	59 47	59 42

		Beobachtet:	Berechnet:
$b : d$	$= (010):(10\bar{1}) =$	$82^0 11'$	$82^0 24'$
$b_1 : m$	$= (0\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	60 11	60 9
$m : t$	$= (1\bar{1}0):(101)$	66 42	66 47
$m : d$	$= (1\bar{1}0):(10\bar{1})$	68 51	68 40

Spaltung vollkommen nach $t(101)$, mit muscheligem Bruche. Die Spaltungsflächen fluoresciren in schön stahlblauem Lichte. Spaltblättchen geben unter dem Condensor den Austritt einer Axe gegen m hin. Die Auslöschungsschiefe beträgt auf $m_1(\bar{1}10)$ ca. 15^0 gegen bm_1.

5. Cyanhydrin des Nitrosodipropylanilins. $C_{25}H_{37}N_5O_2$.

Dargestellt von Ed. Lippmann.

In rubinrothen, kleinen Krystallen, von denen jedoch in Folge sehr schlechter Flächenbeschaffenheit nur ein einziger zur Untersuchung herangezogen werden konnte.

Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}8068 : 1 : 1{,}9993.$$
$$\alpha = 96^0 27',\ \beta = 95^0 52',\ \gamma = 81^0 28'.$$

Beobachtete Flächen:

Fig. 4.



$c = (001)0P$
$d = (101)'\bar{P}'\infty$
$D = (10\bar{1}),\bar{P},\infty$
$t = (011),\breve{P}'\infty$
$T = (01\bar{1})'\breve{P},\infty.$

Der Berechnung des Axenverhältnisses wurden zu Grunde gelegt die beobachteten Werthe:

$c : d$	$= (001):(101) =$	$63^0 52'$
$c : D_1$	$= (001):(\bar{1}01)$	72 28
$c : T_1$	$= (001):(0\bar{1}1)$	68 10
$t : T$	$= (011):(01\bar{1})$	52 45
$D : T$	$= (10\bar{1}):(01\bar{1})$	90 4
$d : T_1$	$= (101):(0\bar{1}1)$	72 45

Aus diesen combinirten Werthen ergiebt sich:

$$ACB = 98^0 32',\ AC = 85^0 0',\ AB = 97^0 58',\ BC = 84^0 20'.$$

Spaltung nach der Basisfläche c.

Ein von den domatischen Kanten cd und ct begrenztes, nahezu gleichseitiges Spaltblättchen besass eine Schwingungsrichtung, welche einen Winkel von nur ca. 5^0 mit der Diagonale machte. Unter dem Condensor wurde der seitliche Austritt einer Axe beobachtet.

6. Neue Verbindung. $C_{10}H_7NO_2CH_3J + H_2O$.

Dargestellt von Strache.

In gelbrothen (Radde: 6—7, *p*), nach der *b*-Axe langgestreckten, nach *a* tafelförmigen Krystallen. In Folge der schlechten Beschaffenheit aller Flächen sind die im Nachfolgenden angeführten Constanten als blosse Annäherungswerthe der wirklichen anzusehen. Da die Auslöschung auf *a* eine gerade ist, kann man Monosymmetrie annehmen.

$$a : b : c = 0,5879 : 1 : 1,0552.$$
$$\beta = 108^0\,32'.$$

Beobachtete Flächen:

$a = (100)\infty P\!\!\!\!-\infty$
$c = (001)0P$
$d = (\bar{7}30)\infty P\!\!\!\!-\frac{7}{3}$
$\pi = (\bar{1}31)3P\!\!\!\!-3$
$p = (12\bar{1})2P\!\!\!\!-2.$

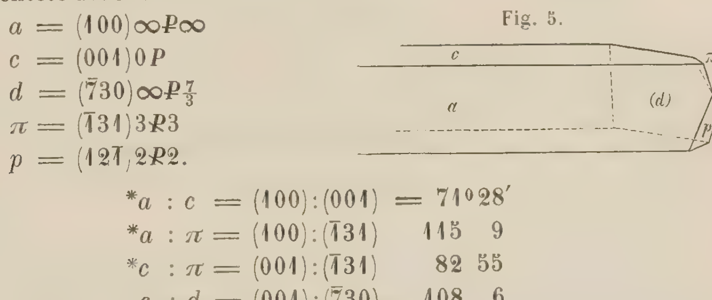


Fig. 5.

$^*a : c$	$=$	$(100):(001)$	$= 71^0 28'$
$^*a : \pi$	$=$	$(100):(\bar{1}31)$	115 9
$^*c : \pi$	$=$	$(001):(\bar{1}31)$	82 55
$c : d$	$=$	$(001):(\bar{7}30)$	108 6
$\pi : d$	$=$	$(\bar{1}31):(\bar{7}30)$	52 15
$a : p$	$=$	$(100):(12\bar{1})$	48 44
$p : \pi$	$=$	$(12\bar{1}):(\bar{1}31)$	76 56
$c_1 : p$	$=$	$(00\bar{1}):(12\bar{1})$	82 53

Die mit * bezeichneten Winkel sind noch die relativ besten und daher der Ermittelung des Axenverhältnisses zu Grunde gelegt.

Dichroismus und Axenaustritt unter dem Condensor auf *a* nicht bemerkbar.

Min. Mus. d. Universität Wien, März 1886.

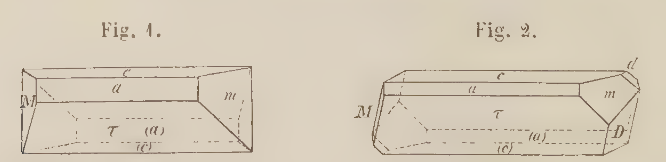
IX. Krystallform des Essigsäurecholesterinesters $C_2H_3O_2 . C_{25}H_{41}$.

Von

F. Obermayer in Wien.

(Mit 3 Holzschnitten.)

Diese Verbindung wurde zuerst von Berthelot*), später von Loebisch**) dargestellt. Auf Vorschlag des Herrn Prof. E. Ludwig versuchte ich diesen Ester zu gewinnen, indem ich Essigsäureanhydrid auf Cholesterin in zugeschmolzenen Röhren 8—10 Stunden bei einer Temperatur von 150° C. einwirken liess. Die Elementaranalyse des gewonnenen Körpers ergab mir die oben angeführte Zusammensetzung. Es gelang durch Umkrystallisiren aus Aether-Weingeist grosse Krystalle dieser Verbindung zu erhalten, deren krystallographische Bestimmung ich unter der Leitung des Herrn Prof. Schrauf ausführte.



Die Krystalle sind durch das Vorwalten der Flächen $c(001)$, $\tau(10\bar{1})$ und $a(100)$ langsäulenförmig (Figg. 1 und 2) entwickelt und erreichen eine Länge von 10—15 mm; sie sind wasserhell, etwas fettglänzend, sehr weich und mürbe. Sie sind luftbeständig und trüben sich erst bei ca. 80° C. Die

---

*) Berthelot, Ann. de Chim. [3], **56**, 54.

) Loebisch, Ber. d. d. chem. Ges. **5, 513.

Krystalle schwimmen in einer Probeflüssigkeit vom spec. Gew. = 0,96. Inwieweit die vorhandenen Hohlräume, Einschlüsse von Luft und Mutterlauge dieses Resultat beeinflussen, muss vorläufig unentschieden bleiben.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 1,85029 : 1 : 1,74601.$$

$$\xi = 90^0 20',5$$
$$\eta = 106\ 17$$
$$\zeta = 90\ \ 6$$

Die beobachteten Flächen:

$a(100)$, $b(010)$, $c(001)$, $\tau(10\bar{1})$, $d(011)$, $D(01\bar{1})$, $m(110)$, $M(1\bar{1}0)$

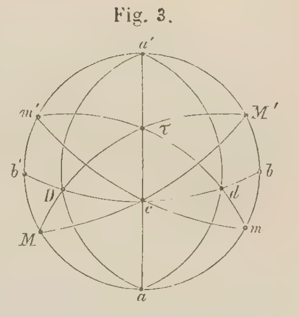


Fig. 3.

sind in Fig. 3 projicirt. Das seitliche Pinakoid tritt nur als kantenabstumpfende Fläche, wenig entwickelt, auf. Die Beschaffenheit der Flächen ist eine gute.

Die Messungen mehrerer Krystalle ergaben folgende Zahlen:

		Beobachtet:	Berechnet:
$a : c$	$= (100):(001) =$	$*73^0 43'$	—
$a : m$	$= (100):(110)$	$*60\ 27,5$	—
$c : m$	$= (001):(110)$	$*81\ 46$	—
$a : M$	$= (100):(1\bar{1}0)$	$*60\ 46,5$	—
$c : \tau$	$= (001):(101)$	$*50\ 57$	—
$\tau : a'$	$= (10\bar{1}):(\bar{1}00)$	55 20	$55^0 20'$
$m : b$	$= (110):(010)$	29 24	29 20
$b' : M$	$= (0\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	—	29 26,5
$b : a$	$= (010):(100)$	—	89 47
$c : M$	$= (001):(1\bar{1}0)$	82 16	82 25
$c : d$	$= (001):(011)$	58 46	58 53
$\tau' : d$	$= (\bar{1}01):(011)$	108 56	108 56
$d : a$	$= (011):(100)$	81 40	81 35
$d : D'$	$= (011):(01\bar{1})$	61 38,5	61 40
$d : a'$	$= (011):(\bar{1}00)$	98 14	98 25
$M' : d$	$= (\bar{1}10):(011)$	—	47 18
	$(100):(111)$	—	57 34,5
	$(010):(111)$	—	42 41,5
	$(001):(111)$	—	56 12,5

Auf $a(100)$ ist mit Condensor nur undeutlich der Austritt einer Axe sichtbar und zwar seitlich gegen x zu gelegen. Dieselbe scheint einer negativen Bisectrix anzugehören. Die mittlere Elasticitätsaxe $\mathfrak{b}$ fällt ungefähr in die Richtung der Krystallaxe y. Die Axenebene ist nahezu parallel der Ebene des seitlichen Pinakoides b. Die Hauptschwingungsrichtung auf $a(100)$ schneidet die Kante ac unter ca. 8^0 und die Kante aM unter $82\frac{1}{2}{}^0$.

Mineralogisches Museum der Universität Wien.

X. Auszüge.

1. E. Rethwisch (in Göttingen): **Beiträge zur mineralogischen und chemischen Kenntniss des Rothgültigerzes** (Inaug.-Dissert. d. Univ. Göttingen, Stuttgart 1885; auch: N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. Beilagebd. **4**, 31). Die Arbeit enthält in ihrem grössten Theil eine historisch-kritische Uebersicht der Untersuchungen, welche in mineralogischer und chemischer Hinsicht am Rothgültigerz vorgenommen worden sind, mit Ausscheidung desjenigen, was auf Pseudomorphosen Bezug hat. Nach einer Literaturzusammenstellung folgt eine kurze Besprechung der Synonyme, wobei sich der Verf. für die Schreibart »Rothgültigerz« erklärt. Es folgt sodann eine historische Entwicklung der Ansichten über die chemische Natur dieses Minerals, dessen künstliche Darstellung, sowie eine Tabelle älterer und neuerer Analysen. Der nun folgenden Darstellung der krystallographischen und physikalischen Verhältnisse auf historischer Grundlage entnehmen wir Folgendes.

Wie aus den vorhandenen Arbeiten über dieses Mineral hervorgeht, zeigen die krystallographischen Grunddimensionen bedeutende Differenzen, welche hauptsächlich der morphotropischen Kraft der sich ersetzenden Elemente, Arsen und Antimon, zugeschrieben werden müssen. Je nachdem das gemessene Mineral in seiner Zusammensetzung sich der reinen Arsen- oder Antimon-Verbindung nähert, müssen die Winkel des Grundrhomboëders fallen oder steigen.

Diese Schwankungen sind namentlich für das dunkle Rothgültigerz nicht unerheblich, wie ein Blick auf den angegebenen Winkel des Grundrhomboëders zeigt.

	Dunkel:	Hell:
Hauy	70° 32′	—
Brooke	70 4*)	—
Phillips	71 30	—
Mohs	71 42	—
Breithaupt älter	71 40	72° 24′ 0″
– neuer	71 20 21″	72 11 21
Miller	71 18	72 10 0
Schröder	71 25½	—
Streng	—	72 10 10

Der Verf. wendet sich nun zunächst zu den an diesem Mineral beobachteten Formen, von denen im Ganzen 111 beschrieben worden sind; 105 davon sind sicher festgestellt, 6 dagegen fraglich.

*) Verf. vermuthet in diesem, Thomson, Outlines of mineralogie, Lond. 1836 entnommenen Werthe einen Druckfehler.

Diese Formen stellt der Verf. in drei Tabellen zusammen, einmal nach Zonen geordnet, dann in einer speziellen Uebersicht und endlich noch in einer Autorentabelle. Dieselben sind nachstehend in eine einzige zusammengezogen worden.

Tabelle der Formen.

No.	Naumann.	Bravais.	Autor.	Bemerkungen.
1	$0R$	0001	de l'Isle 1783.	var. 8, ohne Bezeichnung, mit $\infty P2$ combinirt. Hauy 1801, var. 2 u. 3. Lévy in 14 Comb. Johanngeorgenstadt u. Wolfach in Baden als alleinige Endfläche von $\infty P2$.
			1. Positive Rhomboëder.	
2	$\frac{1}{4}R$	$10\bar{1}4$	de l'Isle 1783.	var. 2, 3, 4 ohne Bezeichn.; stumpft in den betreffenden Figg. die Polkante von $-\frac{1}{2}R$ ab. Hauy, var. 12. Lévy in 6 Comb. Bei Dufrénoy der ∡ zu $0R$ und $\frac{1}{2}R$ falsch.
3	$\frac{1}{2}R$	$10\bar{1}2$	Lévy 1837.	var. 49. a^4, an einem Exemplar von der Grube Kurprinz bei Freiberg. Stumpft in Fig. 34 die Polkanten von $e^{\frac{1}{2}} = -R$ ab. Im Text steht $b^1 = -\frac{1}{2}R$ statt $e^{\frac{1}{2}}$ und $a^2 = \frac{1}{4}R$ statt a^4.
4	$\frac{5}{8}R$	$50\bar{5}8$	Sella 1856.	Quadro No. 6.
5	$\frac{7}{10}R$	$7.0.\bar{7}.10$	do.	- - 9.
6	$\frac{3}{4}R$	$30\bar{3}4$	Phillips 1823.	Berechnet aus den Angaben von Phillips. Dufrénoy a^{10}, einmal fälschlich a^{40}, dessen Neigung zu ∞R falsch; nicht b. Sella.
7	$\frac{5}{6}R$	$50\bar{5}6$	Groth 1878.	»Mineraliensammlung« etc.
8	R	$10\bar{1}1$	de l'Isle 1783.	pl. IV. Fig. 106. Hauy P in 6 Comb. Lévy in 28 Comb. — Als alleinige Endfläche zu Joachimsthal u. Himmelsfürst bei Freiberg. Miller-Brooke ist der ∡ $R:0R$ einmal zu 42° 18′ statt 42° 48′ verdruckt. Bei Dufrénoy ∡ $R:0R$ und u. $R:\infty P2$ falsch (Aufl. 1856), in der von 1847 aber richtig. Dieselben Fehler bei Bombicci.
9	$\frac{5}{2}R$	$50\bar{5}2$	Lévy 1837.	e^4, var. 54. Fig. 37, an einem Exemplar von St. Andreasberg. Bei Dufrenoy ∡ $0R:\frac{5}{2}R$ falsch.
10	$4R$	$40\bar{4}1$	Hauy 1801.	e^3, var. 6. Dufrénoy (1847) giebt einmal fälschlich das Zeichen e^8. Auch das Symbol a^{19} ist falsch, aus dem ∡ $a^1 : a^{19} = 75^0 16'$ lässt sich wohl nur die Form e^3 deuten. $a^{19} = \frac{6}{7}R$ verträgt sich nicht mit dem angegebenen ∡.
11	$5R$	$50\bar{5}1$	Zippe 1859.	Am Pyrargyrit.
12	$8R$	$80\bar{8}1$	do.	Ebenso.
13	$16R$	$16.0.\overline{16}.1$	Frenzel.	Am Pyrargyrit, »Mineral. Lexicon f. d. Königr. Sachsen«; s. Anmerk.
			2. Negative Rhomboëder.	
14	$-\frac{1}{8}R$	$01\bar{1}8$	Sella 1856.	Quadro No. 46.
15	$-\frac{1}{5}R$	$01\bar{1}5$	Lévy 1837.	$a^{\frac{1}{2}}$, var. 43, an einem Exemplar von St. Andreasberg.
16	$-\frac{5}{16}R$	$0.5.\bar{5}.16$	Zippe 1859.	$\frac{5}{16}R'$ am Pyrargyrit.
17	$-\frac{2}{5}R$	0225	Hauy 1792.	Berechnet aus den Angaben von Hauy im Journ. d'hist. nat. No. 15 (1792). Polkante $33^0\ 33'\ 27''$. Grundrhomboëder $70^0\ 32'$. ($m = 0{,}395 = 0{,}4 = \frac{2}{5}$.)

No.	Naumann.	Bravais.	Autor.	Bemerkungen.
18	$-\frac{1}{2}R$	$01\bar{1}2$	de l'Isle 1783.	var. 1—5, ohne Bezeichn.; die Polkante zu 43° angegeben. Hauy in 7 Comb. Bei Schröder ∡ $-\frac{1}{2}R : \infty P2$ falsch zu 90° angegeben.
19	$-R$	$01\bar{1}1$	Lévy 1837.	$e^{\frac{1}{2}}$, var. 49. In der Fig. sind die Polkanten durch $a^4 = \frac{1}{4}R$ abgestumpft. S. d.
20	$-\frac{5}{4}R$	$05\bar{5}4$	Zippe 1859.	$\frac{5}{4}R'$ am Pyrargyrit.
21	$-\frac{3}{2}R$	$03\bar{3}2$	Naum. 1828.	Am Proustit. Scheint diesem besonders eigen zu sein; ist sehr würfelähnlich. Mohs (1839) x, Hartmann hat für x fälschlich die nicht beobachtete Form $\frac{4}{3}R$ gesetzt.
22	$-2R$	$02\bar{2}1$	Hauy 1801.	Hauy $^1E^1$ var. 13.
23	$-\frac{7}{2}R$	$07\bar{7}2$	Sella 1856.	Quadro No. 78.
24	$-5R$	$05\bar{5}1$	Lévy 1837.	$e^{\frac{3}{2}}$ var. 44. Fig. 28. Im Text steht $e^{\frac{1}{2}} = -R$, nach der Zeichnung scheint das erstere Zeichen richtig zu sein. Miller giebt bei $-5R$ falsche Winkel. $-5R : 0R = 82^0\,11'$ statt $77^0\,34'\,51''$. Polkante von $-5R = 118^0\,11'$ statt $115^0\,30'\,26''$. Bei Dufrenoy Fig. 559 steht fälschlich $e^{\frac{3}{4}}$.
25	$-14R$	$0.14.\overline{14}.1$	do.	$e^{\frac{9}{5}}$ an einem Exempl. v. Andreasberg. var. 55.

3. Prismen.

No.	Naumann.	Bravais.	Autor.	Bemerkungen.
26	∞R	$10\bar{1}0$	de l'Isle 1783.	var. 3 mit der Hälfte der Flächen. Vollflächig in var. 4 u. 5. Hauy in 2 Comb.
27	$\infty P\frac{26}{25}$	$25.1.\overline{26}.0$	Sella 1856.	Quadro No. 94.
28	$\infty P\frac{5}{4}$	$41\bar{5}0$	do.	- - 96.
29	$\infty P\frac{3}{2}$	$21\bar{3}0$	do.	- - 99.
30	$\infty P2$	$11\bar{2}0$	de l'Isle 1783.	var. 1—10; Hauy in 10 Comb. Die häufigste Form am Rothgültigerz.

4. Pyramiden II. Ordn.

No.	Naumann.	Bravais.	Autor.	Bemerkungen.
31	$\frac{2}{3}P2$	$11\bar{2}3$	Lévy 1837.	b^2 var. 32 u. 35.
32	$\frac{4}{3}P2$	$22\bar{4}3$	Hauy 1801.	$^3E^3$ var. 9. Bei Hausmann verdruckt zu $B.C\frac{3}{4}$ statt $B.A\frac{3}{4}$.
33	$\frac{8}{3}P2$	$44\bar{8}3$	do.	$\frac{5}{3}E\frac{5}{3}D^3B^1$ var. 9.
34	$\frac{11}{4}P2$	$11.11.\overline{22}.8$	Hausm. 1847.	$B.A\frac{4}{11}$. Durch Druckfehler steht $BC\frac{4}{11}$, was keiner Form entspricht; nicht b. Sella.

Skalenoëder. 5. Polkantenzone von R.

No.	Naumann.	Bravais.	Autor.	Bemerkungen.
35	$-\frac{1}{20}R13$	$6.7.\overline{13}.20$	Sella 1856.	Quadro No. 110. Bei Dana »System« wohl irrthümlich positiv.
36	$-\frac{1}{5}R3$	$12\bar{3}5$	do.	Quadro No. 108. Bei Dana desgl. positiv.
37	$-\frac{2}{7}R2$	$13\bar{4}7$	do.	- - 107.
38	$-\frac{1}{3}R\frac{5}{3}$	$14\bar{5}9$	do.	- - 106.
39	$\frac{1}{7}R5$	$32\bar{5}7$	do.	- - 113.
40	$\frac{2}{11}R4$	$5.3.\bar{8}.11$	do.	- - 114.
41	$\frac{1}{5}R\frac{11}{3}$	$7.4.\overline{11}.15$	v. Rath 1876.	Pogg. Ann. **158**, 422. In dieser Abhandlung sind die Polkantenwinkel von $\frac{1}{5}R\frac{11}{3}$ und $\frac{1}{4}R3$ vertauscht. Siehe $\frac{1}{5}R5$.
42	$\frac{1}{4}R3$	$21\bar{3}4$	Hauy 1801.	var. 5 u. 10. Lévy Fig. 22, var. 37 steht auf einer Fläche fälschlich b^2 statt b^3. Fig. 33 ist verzeichnet. Fig. 39 var. 55 durch Druckfehler d^3 statt b^3. Siehe $\frac{1}{5}R5$.
43	$\frac{4}{13}R\frac{5}{2}$	$7.3.\overline{10}.13$	Sella 1856.	Quadro No. 116.
44	$\frac{2}{5}R2$	$31\bar{4}5$	Hauy 1801.	var. 14. Lévy an 3 Exempl., von den 2 von Andreasberg.

No.	Naumann.	Bravais.	Autor.	Bemerkungen.
45	$\frac{4}{7}R^{\frac{3}{2}}$	$51\bar{6}7$	Groth 1878.	»Mineraliensammlung« etc.
46	$R^{\frac{3}{2}}$	$51\bar{6}4$	Sella 1856.	Quadro No. 127.
47	$R^{\frac{5}{3}}$	$41\bar{5}3$	Lévy 1837.	d^4 Fig. 38, im Text nicht erwähnt; Sella, Quadro No. 128.
48	$R3$	$21\bar{3}1$	Hauy 1801.	Eine der häufigsten Formen. Lévy in 25 Comb. Mohs giebt die stumpfe Polkante falsch zu 30° 20′ (Leichtf. Anfangsgr. d. M. 1839). Dieser Fehler wurde von einer Reihe Autoren übernommen, Blum noch 1874, nachdem er vom Mohs'schen Grundwinkel 71° 42′ zum Miller'schen 71° 18′ übergegangen ist. Bei Dufrénoy scharfe Polkante falsch zu 75° 58′. Delafosse giebt, ausser dem falschen $Y \measuredangle$ nach Mohs auch $\measuredangle R3 : \infty P2$ falsch; bei var. 6 im Text verdruckt b^2 statt d^2.
49	$R^{\frac{7}{2}}$	$9.5.\bar{1}\bar{4}.4$	Sella 1856.	Quadro No. 135.
50	$R4$	$53\bar{8}2$	do.	- - 138.
51	$R5$	$32\bar{5}1$	Mohs 1824.	$(P)^5$, wahrscheinlich schon von Phillips beobachtet. Bei Lévy sind häufig in Text u. Fig. die Zeichen $d^{\frac{3}{2}} = R5$ u. $d^{\frac{4}{3}} = R7$ vertauscht, so dass in vielen Fällen das richtige Zeichen nicht entschieden werden kann. In var. 25, 30, 33 u. den dazu gehörigen Figg. steht fälschlich $d^{\frac{4}{3}}$ statt $d^{\frac{3}{2}}$, dass letzteres richtig, geht daraus hervor, dass die stumpfen Polkanten durch $e^3 = 4R$ abgestumpft werden, was für $d^{\frac{3}{2}}$ nicht gilt. Var. 25 mit Fig. von Dufrénoy mit denselben Fehlern übernommen. S. d. Fig. 558, dessen Randkante falsch zu 29° 31′ 30′′ angegeben ist.
52	$R^{\frac{16}{3}}$	$19.13.\bar{3}\bar{2}.6$	Streng 1878.	Jahrb. 1878.
53	$R^{\frac{17}{3}}$	$10.7.\bar{1}\bar{7}.3$	Sella 1856.	Quadro No. 141.
54	$R6$	$7.5.\bar{1}\bar{2}.2$	do.	- - 142.
55	$R7$	4371	Hauy.	$D^{\frac{4}{3}}$. Bei Lévy Fig. 13 steht auf 2 Flächen das falsche Zeichen $e_{\frac{1}{2}}$. Delafosse und Bombicci geben für diese Form Winkel, welche $R5$ zukommen.
56	$R8$	$9.7.\bar{1}\bar{6}.2$	Hausm. 1847.	$KG^{\frac{1}{8}}$. Bei Sella nicht aufgef.

6. Diagonalzone von R.

No.	Naumann.	Bravais.	Autor.	Bemerkungen.
57	$\frac{1}{4}R5$	$32\bar{5}4$	Sella 1856.	Quadro No. 150.
58	$\frac{2}{5}R3$	$42\bar{6}5$	Miller 1852.	$i(51\bar{1})$.
59	$-\frac{1}{2}R3$	$12\bar{3}2$	Mohs 1824.	$(P-1)^3$. Quenstedt: Handb. d. Min. (1877, 870) erwähnt nach den Angaben von Mohs noch eine Form $a = a' : \frac{1}{3}a' : \frac{1}{2}a' : c$, aus der gegebenen Zeichnung und den Zonen folgt aber das obige Symbol, wie es Mohs richtig angiebt. Die Angabe beruht daher auf einem Druckfehler.
60	$-2R^{\frac{3}{2}}$	$15\bar{6}2$	Streng 1878.	Am Proustit von Chañarcillo.
61	$-2R2$	$13\bar{4}1$	Lévy 1837.	$e_{\frac{1}{2}}$ an 7 Exempl., davon 6 von Andreasberg. Bei Dufrénoy ist das Zeichen dieser Form, Fig. 562, für $\frac{1}{2}R3$ gegeben. Fig. ist aber dieselbe wie bei Lévy Fig. 26, aus welcher diese Form aus den Zonen abgeleitet wurde.
62	$-2R^{\frac{7}{3}}$	$4.10.\bar{1}\bar{4}.3$	Sella 1856.	Quadro No. 164.
63	$-2R3$	$24\bar{6}1$	Mohs 1824.	$(P+1)^3$.

No.	Naumann.	Bravais.	Autor.	Bemerkungen.
		7. Polkantenzone von P ($+R$ und $-R$).		
64	$\frac{1}{5}R5$	$32\bar{5}5$	Hauy 1792.	Berechnet aus den Angaben von Hauy (Journ. d'hist. natur. No. 18, 1792). G. vom Rath erwähnt (Pogg. Anal. **158**, 422) diese Form am Rothgültigerz von Andreasberg. Er führt an, dass die berechneten von den beobachteten Werthen um 1° 50′ abweichen, und dass den gemessenen Werthen kein Skalenoëder mit rationalem Zeichen entspricht*).
65	$\frac{1}{4}R4$	$53\bar{8}8$	Sella 1856.	Quadro No. 197 (s. d. obige Bem.).
66	$\frac{1}{3}R3$	$21\bar{3}3$	do.	- - 198.
67	$\frac{5}{8}R\frac{8}{5}$	$13.3.\bar{16}.16$	do.	- - 199.
68	$-\frac{1}{2}R2$	$13\bar{4}4$	do.	- - 193.
69	$\frac{5}{8}R\frac{11}{5}$	$8.3.\bar{11}.8$	do.	- - 205.
70	$\frac{1}{2}R3$	$21\bar{3}2$	Lévy 1837.	$d^1 d^{\frac{1}{7}} b^{\frac{1}{2}}$ an 4 Exempl., von denen 3 von Andreasberg. In Fig. 26, var. 42 steht fälschlich $d^1 d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{7}}$, derselbe Druckfehler im Text zu var. 43. Bei Dufrénoy Fig. 561 fälschlich $d^1 d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{7}}$, Fig. 562 das falsche Zeichen $d^1 d^{\frac{1}{2}} b^{\frac{1}{2}}$.
71	$\frac{2}{5}R4$	$53\bar{8}5$	Sella 1856.	Quadro No. 207.
72	$\frac{1}{4}R7$	$43\bar{7}4$	Miller 1852.	$z = (51\bar{2})$.
73	$-\frac{1}{5}R9$	$45\bar{9}5$	Sella.	Quadro No. 10. Bei Dana »System« wohl irrthümlich positiv.
74	$2R2$	$31\bar{4}1$	Zippe 1859.	$2S2$ am Proustit.
75	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5}$	$72\bar{9}2$	Sella.	Quadro No. 262.
76	$10R\frac{6}{5}$	$11.1.\bar{12}.1$	do.	- - 172.
77	$-\frac{5}{2}R\frac{9}{5}$	$27\bar{9}2$	do.	- - 221.
78	$-\frac{11}{4}R\frac{19}{11}$	$4.15.\bar{19}.4$	do.	- - 222.
79	$-\frac{7}{2}R\frac{11}{7}$	$2.9.\bar{11}.2$	do.	- - 224.
80	$-4R\frac{3}{2}$	$15\bar{6}1$	do.	- - 225.
81	$-5R\frac{7}{5}$	$16\bar{7}1$	do.	- - 227.
82	$-8R\frac{5}{4}$	$1.9.\bar{10}.1$	do.	- - 229.
		8. Polkantenzone von $-\frac{1}{2}R$.		
83	$-\frac{1}{2}R\frac{11}{5}$	$3.8.\bar{11}.0$	Sella 1856.	Quadro No. 299.
		9. Polkantenzone von $R3$, scharfe.		
84	$-R\frac{7}{3}$	$25\bar{7}3$	Lévy 1837.	Fig. 35, die dort angegebene Fläche i bestimmt sich aus den Zonen $d^2 : i : i : d^2$ und $a^2 : i : e_{\frac{1}{2}}$. — An einem Krystall von St. Andreasberg.
85	$-\frac{4}{3}R3$	$4.8.\bar{12}.5$	do.	$b^{\frac{1}{5}} d^{\frac{1}{3}} d^{\frac{1}{7}}$ in 3 Comb., sämmtlich von St. Andreasberg.
		10. Polkantenzone von $R3$, stumpfe.		
86	$-5R\frac{21}{20}$	$1.41.\bar{42}.8$	Sella.	Quadro No. 320.
87	$-5R2$	$5.15.\bar{20}.2$	Frenzel.	Mineral. Lexicon v. Sachsen, s. Anmerk.
88	$-5R\frac{11}{5}$	$3.8.\bar{11}.1$	Sella.	Quadro No. 49.
89	$-5R\frac{13}{5}$	$4.9.\bar{13}.1$	do.	- - 252.

*) Aus den vom Rath'schen Messungen für die Form μ ($Y = 26°48'$, $X = 45°26'$) berechnet sich das Zeichen $\frac{1}{4}R4.(53\bar{8}8)$, daraus folgt nun für die Form λ aus den Zonen $R : -\frac{1}{2}R$ und $\infty P2 : \frac{1}{4}R4$ das Zeichen $R = \frac{1}{4}R3$. Endlich ergiebt sich aus der Mittelkantenzone von $\frac{1}{4}R$ und dem gemessenen $Y = 37°0'$ für ν das Zeichen $= \frac{1}{4}R6$. Es muss also bei vom Rath heissen:

$\frac{1}{4}R3 = \lambda$, $\frac{1}{4}R4 = \mu$, $\frac{1}{4}R6 = \nu$

anstatt $\frac{1}{5}R\frac{11}{3}$ $\frac{1}{5}R5$ $\frac{1}{5}R7$.

Zudem sind die Winkel von $\frac{1}{4}R3$ mit denen von $\frac{1}{5}R\frac{11}{3}$ vortauscht, wodurch es sich erklärt, dass an Stelle von $\frac{1}{4}R3$ das Skalenoëder $\frac{1}{5}R\frac{11}{3}$ genommen und darauf die übrigen Bestimmungen gegründet wurden. $\frac{1}{5}R\frac{11}{3}$ kommt indess unabhängig davon auch vor, denn die Winkel bei vom Rath S. 124 oben ($X = 36°40'$, $Y = 21°23'$) passen auf $\frac{1}{5}R\frac{11}{3}$ und nicht auf $\frac{1}{4}R3$.

No.	Naumann.	Bravais.	Autor.	Bemerkungen.
		11. In untergeordneten Zonen.		
90	$\frac{1}{5}R7$	$43\bar{7}5$	Hausm. 1847.	$FA\frac{1}{4}$. $GK\frac{5}{2}$. Nicht bei Sella. S. $\frac{1}{5}R5$.
91	$\frac{1}{4}R6$	$7.5.\overline{12}.8$	v. Rath 1876.	Fälschl. $\frac{1}{5}R7$, durch Rethwisch berichtigt.
92	$\frac{1}{3}R\frac{17}{3}$	$17.7.\overline{17}.9$	Sella 1856.	Quadro No. 275.
93	$\frac{5}{8}R3$	$10.5.\overline{15}.8$	Mohs 1824.	$b = (\frac{5}{4}P-1)^3$. Hartmann führt in seinem »Handbuch« etc. b unter dem falschen Zeichen $a : \frac{1}{5}a : \frac{1}{2}a : c$ auf, was keinen Sinn hat.
94	$\frac{1}{2}R\frac{11}{3}$	$7.4.\overline{11}.6$	Sella.	Quadro No. 246. Diese Form ist besonders häufig an dem neuen Vorkommen von Freiberg, s. Groth, »Mineraliensamml.«.
95	$\frac{11}{8}R\frac{17}{11}$	$14.3.\overline{17}.8$	do.	Quadro No. 260.
96	$\frac{5}{2}R3$	$10.5.\overline{15}.2$	Frenzel 1874.	Mineral. Lexicon v. Sachsen, s. Anm.
97	$\frac{11}{5}R\frac{23}{11}$	$17.6.\overline{23}.5$	Sella.	Quadro No. 262.
98	$-8R2$	$4.12.\overline{16}.1$	Zippe 1859.	$8S'2$ am Pyrargyrit.
99	$\frac{5}{16}R2$	$15.5.\overline{20}.32$	Hauy 1792.	Berechnet aus dessen Angaben im Journ. d'hist. nat. No. 18.
100	$\frac{4}{5}R3$	$8.4.\overline{12}.5$	Zippe 1859.	$\frac{4}{5}S3$ am Pyrargyrit.
101	$2R3$	$42\bar{6}1$	Sella.	Quadro No. 278.
102	$-\frac{3}{8}R3$	$36\bar{9}8$	Klein 1876.	»Einleitung in d. Krystallberechnung« S. 379 an einem Pyrargyrit von Freiberg.
103	$-\frac{5}{8}R3$	$5.10.\overline{15}.8$	Zippe 1859.	$\frac{5}{8}S'3$. Klein an dem oben erwähnten Expl.
		12. In keiner der vorhergehenden Zonen.		
104	$\frac{5}{14}R\frac{19}{5}$	$12.7.\overline{19}.14$	Sella.	Quadro No. 270. Von Dana und de Selle falsch angeführt als $\frac{5}{14}R\frac{9}{5}$.
105	$\frac{2}{3}R\frac{8}{3}$	$11.5.\overline{16}\ 9$	do.	Quadro No. 244.
106	$-\frac{2}{7}R4$	$35\bar{8}7$	Hauy.	$({}^1E^1B^3D^2)$ var. 12.
107	$-\frac{1}{3}R\frac{11}{3}$	$4.7.\overline{11}.9$	Sella.	Quadro No. 106.
108	$-\frac{5}{4}R\frac{12}{5}$	$7.17.\overline{24}.8$	do.	- - 312.
		13. Nicht genügend festgestellte Formen.		
109	$2P2$	$11\bar{2}1$	de Selle 1878.	
110	$-\frac{2}{7}R5$	$4.6.\overline{10}.7$	do.	
111	$-2R\frac{9}{5}$	$4.14.\overline{18}.5$	do.	

Anmerkung: Bei Dana »System« sind die Formen nach Sella angeführt. Dabei lässt er aber die Formen $^2/_{11}R4$, $^1/_4R5$ und $^8/_3P2$ unerwähnt und setzt statt deren die Formen $^1/_5R\,^{17}/_3$, $^2/_3R2$ und $^8/_3R2$, die sich bei Sella nicht finden, so dass die Summe aber wie bei Sella 84 bleibt, $^1/_{20}R13$, $^1/_5R3$ und $^1/_5R9$ führt er zwar hinter den negativen Formen, aber ohne Vorzeichen, also positiv, an, während bei Sella diese Formen negativ sind; ferner giebt er $^5/_{14}R\,^9/_5$ statt des richtigen $^5/_{14}R\,^{19}/_5$. de Selle, welcher offenbar Dana benutzte, hat dieselben Fehler. Ausserdem finden sich bei diesem wichtige Flächen der Polkantenzone von R nicht, z. B. $^2/_5R2$, $^1/_4R3$. Der Verf. hat daher die unter 13 angegebenen Formen, welche nur bei de Selle ohne Autor und ohne Winkel angegeben sind, zu den unsicheren gestellt. Die von Frenzel angegebenen Formen $16R$, $^5/_2R3$, und $-5R2$ hat derselbe laut brieflicher Mittheilung an den Verf. an dem Material der Freiberger Sammlung beobachtet, während Herr Weisbach mittheilt: »Dass an den Rothgiltigstufen der Freiberger Sammlung diese drei Formen sich nicht finden, auch nicht auf den Etiquetten verzeichnet sind«. In einer weiteren Zuschrift an Herrn Prof. Klein hält Herr Frenzel seine Angaben aufrecht. Verf. rechnet daher die Formen zu den nicht genügend sichergestellten.

Auf diese Tabelle folgt eine, jedoch nicht vollständige, Zusammenstellung der Combinationen von den wichtigsten Fundorten, welche der Verf. in der Literatur vorgefunden. Um ein Bild von der Häufigkeit der einzelnen Flächen zu erhalten, leitet der Verf. nach dem Vorgang Irby's die Zahl der einzelnen Formen aus den Angaben Lévy's ab, welcher 79 Exemplare von 55 verschiedenen Combinationen beschreibt, sechs fundortslose wurden ebenfalls mit in Rechnung gezogen, so dass die Anzahl der Exemplare 85 beträgt. Die Gesammtzahl der vertretenen Formen beträgt 25. Von diesen kommen vor

$\infty P2$	an 60	Exempl.
$-\frac{1}{2}R$	- 43	-
$\frac{1}{4}R3$	- 32	-
$R3$	- 28	-
R	- 28	-
$R5$ } $R7$ }	- 36	-
$0R$	- 14	-
$-2R2$	- 7	-

Die selteneren Flächen, welche nur an wenig Exemplaren auftreten, gehören fast ausschliesslich dem Andreasberger Vorkommen an; doch zählt auch Freiberg viele seltene Formen.

Aus dieser Zusammenstellung ist ersichtlich, dass die grösste Zahl der am häufigsten vorkommenden Flächen auf die Polkantenzone von R entfällt, obwohl an dem neuen Freiberger Vorkommen auch die Form $\frac{1}{2}R\frac{1}{3}^{1}$ nach Groth zu den häufigen zählt.

(Fortsetzung auf S. 76.)

Winkeltabelle.

No.	Zeichen nach Naum.	Zeichen nach Bravais	A. Arsensilberblende. Winkel der Polkante	A. Neigung zur Hauptaxe	A. Neigung d. Polkante z. Hauptaxe	B. Antimonsilberblende. Winkel der Polkante	B. Neigung zur Hauptaxe	B. Winkel der Kante zur Hauptaxe
1	$\frac{1}{4}R$	$10\bar{1}4$	22° 33′ 58″	76° 56′ 34″	83° 23′ 8″	22° 6′ 36″	77° 12′ 28″	83° 31′ 24″
2	$\frac{1}{2}R$	$10\bar{1}2$	42 44 30	65 6 59	76 56 34	41 57 50	65 34 38	77 12 38
3	$\frac{5}{8}R$	$50\bar{5}8$	51 29 34	59 53 42	73 50 0	50 37 8	60 25 11	74 9 20
4	$\frac{7}{10}R$	$7.0.\bar{7}.10$	56 17 0	57 0 5	72 0 44	55 22 16	57 33 16	72 21 58
5	$\frac{3}{4}R$	$30\bar{3}4$	59 17 14	55 10 18	70 49 6	58 21 30	55 44 22	71 11 33
6	$\frac{5}{6}R$	$50\bar{5}6$	63 58 0	52 17 38	68 52 1	63 1 2	52 52 50	69 16 21
7	R	$10\bar{1}1$	72 10 10	47 8 55	65 6 59	71 12 58	47 45 16	65 34 38
8	$\frac{5}{2}R$	$50\bar{5}2$	105 21 26	23 19 30	40 46 25	104 51 2	23 46 13	41 22 33
9	$4R$	$40\bar{4}1$	113 28 50	15 4 57	28 19 26	113 13 30	15 23 26	28 50 5
10	$5R$	$50\bar{5}1$	115 40 56	12 9 59	23 19 30	115 30 26	12 25 9	23 46 13
11	$8R$	$80\bar{8}1$	118 14 44	7 40 27	15 4 57	118 10 18	7 50 12	15 23 26
12	$16R$	$16.0.\overline{16}.1$	119 33 10	3 51 16	7 40 27	119 32 0	3 56 12	7 50 12
13	$-\frac{1}{8}R$	$01\bar{1}8$	11 27 0	83 23 8	86 40 54	11 12 42	83 31 24	86 45 4
14	$-\frac{1}{5}R$	$01\bar{1}5$	18 10 46	79 29 21	84 42 0	17 48 26	79 42 18	84 48 38
15	$-\frac{5}{16}R$	$0.5.\bar{5}.16$	27 54 24	73 50 0	81 45 9	26 36 22	74 9 20	81 55 24
17	$-\frac{2}{5}R$	$02\bar{2}5$	35 4 10	69 38 30	79 29 21	34 23 56	70 2 6	79 42 18
18	$-\frac{1}{2}R$	$01\bar{1}2$	42 44 30	65 6 59	76 56 34	41 57 50	65 34 38	77 12 28
19	$-R$	$01\bar{1}1$	72 10 10	47 8 55	65 6 59	71 12 58	47 45 16	65 34 38
20	$-\frac{5}{4}R$	$05\bar{5}4$	81 57 58	40 46 25	59 53 42	80 59 28	41 25 22	60 27 38
21	$-\frac{3}{2}R$	$03\bar{3}2$	89 22 42	35 42 10	55 10 17	88 33 14	36 16 51	55 44 22
22	$-2R$	$02\bar{2}1$	99 20 34	28 19 26	47 8 55	98 41 26	28 50 5	47 45 16
23	$-\frac{7}{2}R$	$07\bar{7}2$	111 43 6	17 7 6	31 37 56	111 24 8	17 27 48	32 10 40
24	$-5R$	$05\bar{5}1$	115 40 56	12 9 59	23 19 30	115 30 26	12 25 9	23 46 13
25	$-14R$	$0.14.\overline{14}.1$	119 25 0	4 24 11	8 45 16	119 23 30	4 29 49	8 56 21
			Winkel der Polkante	Winkel der Randkante	Polkante z. Hauptaxe	Winkel der Polkante	Winkel der Randkante	Polkante z. Hauptaxe
26	$\frac{2}{3}P2$	$11\bar{2}3$	27° 18′ 34″	123° 39′ 14″	63° 6′ 59″	26° 51′ 8″	124° 39′ 34″	63° 34′ 38″
27	$\frac{4}{3}P2$	$22\bar{4}3$	42 52 30	86 3 48	47 8 55	42 25 42	87 16 36	47 45 16
28	$\frac{8}{3}P2$	$44\bar{8}3$	53 52 56	50 2 38	28 19 26	53 39 28	50 58 56	28 50 5
29	$\frac{11}{4}P2$	$11.11.\overline{22}.8$	54 11 44	48 42 20	27 35 38	53 58 52	49 37 32	28 5 45

Skalenoëder. A. Arsensilberblende.

No.	Zeichen nach Naumann	Zeichen nach Bravais	Winkel der Polkanten scharfe	Winkel der Polkanten stumpfe	Winkel der Mittelkante	Neigung gegen die Hauptaxe de scharfen	stumpfen	Mittelk.
30	$\frac{1}{7}R5$	$32\bar{5}7$	34° 41′ 31″	22° 55′ 44″	120° 24′ 35″	65° 6′ 59″	62° 4′ 19″	86° 12′ 33′
31	$\frac{2}{11}R4$	$5.3\,\bar{8}.11$	36 39 28	21 45 6	119 34 57	65 6 59	61 16 11	85 10 46
32	$\frac{1}{5}R\frac{11}{3}$	$7.4.\overline{11}.15$	37 34 2	21 12 20	119 12 19	65 6 59	60 53 58	84 42 0
33	$\frac{1}{5}R5$	$32\bar{5}5$	44 1 28	28 56 22	102 41 2	57 0 5	53 25 10	84 42 0
34	$\frac{1}{5}R7$	$43\bar{7}5$	50 27 30	37 17 14	83 31 25	47 8 55	44 25 13	84 42 0
35	$\frac{1}{4}R3$	$21\bar{3}4$	40 2 38	19 42 50	118 11 46	65 6 59	59 53 42	83 23 8
36	$\frac{1}{4}R4$	$53\bar{8}8$	45 53 26	27 3 18	102 49 2	57 28 17	52 59 36	83 23 8
37	$\frac{1}{4}R5$	$32\bar{5}4$	50 8 34	32 49 6	90 8 24	50 56 0	47 8 55	83 23 8
38	$\frac{1}{4}R6$	$7.5.\overline{12}.8$	53 11 22	37 17 52	79 45 0	45 24 50	42 13 56	83 23 8
39	$\frac{1}{4}R7$	$43\bar{7}4$	55 22 10	40 47 8	71 12 29	40 46 25	38 5 44	83 23 8
40	$\frac{4}{13}R\frac{5}{2}$	$7.3.\overline{10}.13$	42 51 12	18 0 53	117 5 4	65 6 59	58 45 39	81 52 40
41	$\frac{5}{16}R2$	$15.5.\overline{20}.32$	38 59 38	12 46 30	127 9 8	70 4 51	63 6 1	81 45 9
42	$\frac{1}{3}R3$	$21\bar{3}3$	48 58 49	23 55 28	103 6 15	58 15 55	52 17 38	81 12 40
43	$\frac{1}{3}R\frac{17}{3}$	$10.7.\overline{17}.9$	58 36 13	40 4 9	67 23 28	38 57 17	35 42 10	81 12 40
44	$\frac{5}{14}R\frac{19}{5}$	$12.7.\overline{19}.14$	55 6 20	31 18 30	85 49 29	49 15 29	44 14 6	80 35 39
45	$\frac{2}{5}R2$	$31\bar{4}5$	47 14 16	15 20 59	115 25 13	65 6 59	57 0 5	79 29 21
46	$\frac{2}{5}R3$	$42\bar{6}5$	54 35 51	26 30 48	93 3 54	53 25 10	47 8 55	79 29 21
47	$\frac{2}{5}R4$	$53\bar{8}5$	58 41 55	34 12 17	76 42 15	44 25 13	39 39 57	79 29 21
48	$\frac{1}{2}R3$	$21\bar{3}2$	60 59 40	29 23 56	80 51 6	47 8 55	40 46 25	76 56 35
49	$\frac{1}{2}R\frac{11}{3}$	$7.4.\overline{11}.6$	62 56 34	34 42 52	69 44 59	40 46 25	35 42 10	76 56 35
50	$\frac{4}{7}R\frac{3}{2}$	$51\bar{6}7$	55 0 3	10 35 52	112 42 6	65 6 59	53 54 44	75 9 19
51	$\frac{5}{8}R\frac{8}{5}$	$13.3.\overline{16}.16$	59 31 6	13 9 16	104 41 28	61 9 14	49 56 46	73 50 0
52	$\frac{5}{8}R\frac{11}{5}$	$8.3.\overline{11}.8$	63 54 31	22 53 40	86 36 39	50 56 0	42 13 55	73 50 0
53	$\frac{5}{8}R3$	$10.5.\overline{15}.8$	66 31 0	31 49 47	68 18 12	40 46 25	34 36 6	73 50 0
54	$\frac{2}{3}R\frac{8}{3}$	$11.5.\overline{16}.9$	67 21 22	29 11 55	72 28 23	42 44 14	35 42 10	72 49 2
55	$\frac{4}{5}R3$	$8.4.\overline{12}.5$	71 22 26	33 55 0	57 54 10	33 58 9	28 19 26	69 38 30
56	$R\frac{3}{2}$	$51\bar{6}4$	75 53 14	14 7 40	84 54 3	50 56 0	38 5 44	65 6 59
57	$R\frac{5}{3}$	$41\bar{5}3$	76 17 8	17 45 53	78 55 38	47 8 55	35 42 10	65 6 59
58	$R3$	$21\bar{3}1$	74 38 23	35 17 30	49 9 21	28 19 26	23 19 30	65 6 59
59	$R\frac{7}{2}$	$9.5.\overline{14}.4$	73 31 34	38 50 30	42 48 50	24 24 44	20 33 12	– – –
60	$R4$	$53\bar{8}2$	72 28 56	41 33 6	37 51 58	21 24 16	18 20 59	– – –
61	$R5$	$32\bar{5}1$	70 42 20	45 22 46	30 51 24	17 7 7	15 4 57	– – –
62	$R\frac{16}{3}$	$19.13.\overline{32}.6$	70 12 10	46 20 14	28 51 18	16 2 16	14 13 56	– – –
63	$R\frac{17}{3}$	$10.7\,\overline{17}.3$	69 44 23	47 10 53	27 13 22	15 4 57	13 28 17	– – –
64	$R6$	$7.5.\overline{12}.2$	69 18 46	47 55 50	25 45 44	14 13 56	12 47 10	– – –
65	$R7$	$43\bar{7}1$	68 13 0	49 44 28	22 10 22	12 9 59	11 5 21	– – –
66	$R8$	$9.7.\overline{16}.2$	67 20 22	51 5 16	19 27 55	10 37 5	9 47 9	– – –
67	$\frac{11}{8}R\frac{17}{11}$	$14.3.\overline{17}.8$	85 6 52	16 39 58	68 34 44	40 46 25	29 5 25	57 28 17
68	$2R2$	$31\bar{4}1$	87 19 14	26 36 33	45 59 54	23 19 30	17 17 7	47 8 55
69	$2R3$	$42\bar{6}1$	79 48 16	37 24 55	31 36 0	15 4 57	12 9 59	47 8 55
70	$\frac{11}{5}R\frac{23}{11}$	$17.6.\overline{23}.5$	87 9 56	28 9 56	42 16 21	20 23 27	15 4 57	44 25 13
71	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5}$	$72\bar{9}2$	91 28 52	23 36 54	45 54 37	21 24 16	15 4 57	40 46 25
72	$\frac{5}{2}R3$	$10.5.\overline{15}.2$	80 30 3	37 41 48	28 31 33	12 9 59	9 47 9	40 46 25
73	$10R\frac{6}{5}$	$11.1.\overline{12}.1$	110 39 40	8 34 33	52 24 37	9 24 59	5 21 18	12 9 59
74	$-\frac{1}{20}R13$	$6.7.\overline{13}.20$	28 51 36	24 39 59	124 51 54	66 13 11	65 6 59	88 40 16
75	$-\frac{1}{5}R3$	$12\bar{3}5$	33 32 0	16 35 10	128 43 14	69 38 30	65 6 59	84 42 0
76	$-\frac{1}{5}R9$	$45\bar{9}5$	54 17 54	42 49 16	69 23 30	39 39 57	37 35 43	84 42 0
77	$-\frac{2}{7}R2$	$13\bar{4}7$	36 11 55	11 53 16	131 3 35	71 40 10	65 6 59	82 27 3
77	$-\frac{2}{7}R4$	$35\bar{8}7$	49 45 28	29 14 30	95 22 58	53 54 44	49 15 29	82 27 3
79	$-\frac{1}{3}R\frac{5}{3}$	$14\bar{5}9$	37 40 18	9 15 34	132 23 48	72 49 2	65 6 59	81 12 39
80	$-\frac{1}{3}R\frac{11}{3}$	$4.7.\overline{11}.9$	52 36 42	29 20 18	91 43 20	52 17 38	47 8 55	81 12 39
81	$-\frac{3}{8}R3$	$36\bar{9}8$	52 38 8	25 26 52	96 37 57	55 10 7	48 59 12	80 7 58
82	$-\frac{1}{2}R2$	$13\bar{4}4$	55 3 46	17 43 36	103 54 20	59 53 42	50 56 0	76 56 35
83	$-\frac{1}{2}R\frac{11}{5}$	$3.8.\overline{11}.10$	56 39 8	20 29 56	99 13 3	57 0 5	48 36 38	76 56 35
84	$-\frac{1}{2}R3$	$12\bar{3}2$	60 59 40	29 23 56	80 51 6	47 8 55	40 46 25	76 56 35
85	$-\frac{5}{8}R3$	$5.10.\overline{15}.8$	66 31 0	31 49 47	68 18 12	40 46 25	34 36 6	73 50 0
86	$-\frac{4}{5}R3$	$4.8.\overline{12}.5$	71 22 26	33 55 0	57 54 10	33 58 9	28 19 26	69 38 30

Skalenoëder. B. Antimonsilberblende.

No.	Zeichen nach Naumann	Zeichen nach Bravais	Winkel der Polkanten scharfe	Winkel der Polkanten stumpfe	Winkel der Mittelkante	Neigung gegen die Hauptaxe der scharfen	Neigung gegen die Hauptaxe der stumpfen	Neigung gegen die Hauptaxe der Mittelk.
30	$\frac{1}{7}R5$	$32\bar{5}7$	34° 7′ 28″	22° 33′ 38″	121° 26′ 52″	65° 34′ 38″	62° 34′ 19″	86° 17′ 18″
31	$\frac{2}{11}R4$	$5.3.\bar{8}.11$	36 3 44	21 24 22	120 37 38	65 34 38	61 46 45	85 16 49
32	$\frac{1}{5}R\frac{11}{3}$	$7.4.\overline{11}.15$	36 57 34	20 52 14	120 15 8	65 34 38	61 24 48	84 48 38
33	$\frac{1}{5}R5$	$32\bar{5}5$	43 25 48	28 33 34	103 51 24	57 33 15	53 59 58	84 48 38
34	$\frac{1}{5}R7$	$43\bar{7}5$	49 57 4	36 55 26	84 43 24	47 45 16	45 1 41	84 48 38
35	$\frac{1}{4}R3$	$21\bar{3}4$	39 24 8	19 24 28	119 14 54	65 34 38	60 25 11	83 31 24
35	$\frac{1}{4}R4$	$53\bar{8}8$	45 16 10	26 42 6	103 59 4	58 1 12	53 34 34	– – –
37	$\frac{1}{4}R5$	$32\bar{5}4$	49 34 38	32 27 44	91 20 28	51 31 37	47 45 16	– – –
38	$\frac{1}{4}R6$	$7.5.\overline{12}.8$	52 41 32	36 57 46	80 55 56	46 1 18	42 50 15	– – –
39	$\frac{1}{4}R7$	$43\bar{7}4$	54 56 20	40 28 48	72 20 52	41 22 23	38 41 14	– – –
40	$\frac{4}{13}R\frac{5}{2}$	$7.3.\overline{10}.13$	42 10 30	17 44 26	118 8 24	65 34 38	59 17 50	82 2 44
41	$\frac{5}{16}R2$	$15.5.\overline{20}.32$	38 19 16	12 33 44	128 5 41	70 28 2	63 35 16	81 55 24
42	$\frac{1}{3}R3$	$21\bar{3}3$	48 19 0	23 36 56	104 15 28	58 48 24	52 52 50	81 23 34
43	$\frac{1}{3}R\frac{17}{3}$	$10.7.\overline{17}.9$	58 11 22	39 47 58	68 29 30	39 33 1	36 16 51	81 23 34
44	$\frac{5}{14}R\frac{19}{15}$	$12.7.\overline{19}.14$	54 31 48	30 59 56	87 0 24	49 51 29	44 50 34	80 47 17
45	$\frac{2}{5}R2$	$31\bar{4}5$	46 30 18	15 7 24	116 28 40	65 34 38	57 33 15	79 42 18
46	$\frac{2}{5}R3$	$42\bar{6}5$	53 57 22	26 13 14	94 14 18	53 59 58	47 45 16	79 42 18
47	$\frac{2}{5}R4$	$53\bar{8}5$	58 11 8	33 55 26	77 51 4	45 1 41	40 15 51	79 42 18
48	$\frac{1}{2}R3$	$21\bar{3}2$	60 25 8	29 8 32	81 59 38	47 45 16	41 22 33	77 12 28
49	$\frac{1}{2}R\frac{11}{3}$	$7.4.\overline{11}.6$	62 28 36	34 28 34	70 50 12	41 22 33	36 16 51	77 12 28
50	$\frac{4}{7}R\frac{3}{2}$	$51\bar{6}7$	54 10 56	10 27 6	113 44 50	65 34 38	54 29 20	75 27 12
51	$\frac{5}{8}R\frac{8}{5}$	$13.3.\overline{16}.16$	58 42 50	32 59 32	105 46 28	61 39 53	50 32 38	74 9 20
52	$\frac{5}{8}R\frac{11}{5}$	$8.3.\overline{11}.8$	63 14 48	22 40 46	87 43 58	51 31 37	42 50 15	74 9 20
53	$\frac{5}{8}R3$	$10.5.\overline{15}.8$	66 2 12	31 37 14	70 21 26	41 22 33	35 10 19	74 9 20
54	$\frac{2}{3}R\frac{8}{3}$	$11.5.\overline{16}.9$	66 50 4	28 59 40	73 32 10	43 20 36	36 16 51	73 9 26
55	$\frac{4}{5}R3$	$8.4.\overline{12}.5$	71 0 34	33 45 43	58 48 50	34 32 5	28 50 5	70 2 6
56	$R\frac{3}{2}$	$51\bar{6}4$	75 10 18	14 0 50	85 54 6	51 31 37	38 41 14	65 34 38
57	$R\frac{5}{3}$	$41\bar{5}3$	75 38 44	17 38 14	79 54 50	47 45 16	36 16 51	– – –
58	$R3$	$21\bar{3}1$	74 22 18	35 10 46	49 55 14	28 50 5	23 46 13	– – –
59	$R\frac{7}{2}$	$9.5.\overline{14}.4$	73 19 26	38 44 46	43 30 0	24 52 23	20 57 22	– – –
60	$R4$	$53\bar{8}2$	72 19 30	41 28 12	38 29 17	21 49 15	18 42 58	– – –
61	$R5$	$32\bar{5}1$	70 36 16	45 19 10	31 12 24	17 27 48	15 23 26	– – –
62	$R\frac{16}{3}$	$19.13.\overline{32}.6$	70 6 50	46 16 58	29 20 38	16 21 48	14 31 29	– – –
63	$R\frac{17}{3}$	$10.7.\overline{17}.3$	69 39 40	47 7 56	27 41 4	15 23 26	13 44 57	– – –
64	$R6$	$7.5.\overline{12}.2$	69 14 34	47 53 6	26 12 6	14 31 29	13 3 4	– – –
65	$R7$	$43\bar{7}1$	68 9 54	49 42 22	22 33 46	12 25 9	11 19 15	– – –
66	$R8$	$9.7.\overline{16}.2$	67 18 12	51 3 36	19 48 8	10 50 26	9 59 29	– – –
67	$\frac{11}{8}R\frac{17}{11}$	$14.3.\overline{17}.8$	84 35 32	16 34 58	68 23 43	41 22 33	29 36 35	58 1 12
68	$2R2$	$31\bar{4}1$	87 7 37	26 33 40	46 28 30	23 46 13	17 27 48	47 45 16
69	$2R3$	$42\bar{6}1$	79 43 18	37 22 54	31 56 54	15 23 26	12 25 9	47 45 16
70	$\frac{11}{5}R\frac{23}{11}$	$17.6.\overline{23}.5$	87 0 56	28 7 32	42 40 49	20 47 27	15 23 26	45 1 41
71	$\frac{5}{2}R\frac{9}{5}$	$72\bar{9}2$	91 18 58	23 34 54	46 17 14	21 49 15	15 23 26	41 22 33
72	$\frac{5}{2}R3$	$10.5.\overline{15}.2$	80 26 48	37 40 30	28 46 2	12 25 9	9 59 29	41 22 33
73	$10R\frac{6}{5}$	$11.1.\overline{12}.1$	110 37 48	8 34 27	52 27 18	9 36 52	5 28 9	12 25 9
74	$-\frac{1}{20}R13$	$6.7.\overline{13}.20$	28 22 14	24 15 2	125 51 22	66 39 54	65 34 38	88 41 56
75	$-\frac{1}{5}R3$	$12\bar{3}5$	32 56 46	16 18 7	129 39 18	70 2 6	65 34 38	84 48 38
76	$-\frac{1}{5}R9$	$45\bar{9}5$	53 53 32	42 30 36	70 41 32	40 15 51	38 11 5	84 48 38
77	$-\frac{2}{7}R2$	$13\bar{4}7$	35 33 20	11 40 58	131 57 16	72 1 45	65 34 38	82 36 27
78	$-\frac{2}{7}R4$	$35\bar{8}7$	49 9 0	28 53 58	96 34 18	54 29 20	49 51 29	82 36 27
79	$-\frac{1}{3}R\frac{5}{3}$	$14\bar{5}9$	36 59 50	9 5 56	133 16 7	73 9 26	65 34 38	81 23 24
80	$-\frac{1}{3}R\frac{11}{3}$	$4.7.\overline{11}.9$	52 0 18	29 1 0	92 54 32	52 52 50	47 45 16	81 23 24
81	$-\frac{3}{8}R3$	$36\bar{9}8$	51 58 54	24 18 50	97 48 19	55 44 22	49 35 16	80 20 0
82	$-\frac{1}{2}R2$	$13\bar{4}4$	54 19 0	17 30 11	105 1 24	60 25 11	51 31 37	77 12 28
83	$-\frac{1}{2}R\frac{11}{5}$	$3.8.\overline{11}.10$	55 56 12	20 15 32	99 41 23	57 33 15	49 12 46	77 12 28
84	$-\frac{1}{2}R3$	$12\bar{3}2$	60 25 8	29 8 32	81 59 38	47 45 16	41 22 33	77 12 28
85	$-\frac{5}{8}R3$	$5.10.\overline{15}.8$	66 2 12	31 37 14	70 21 26	41 22 33	35 10 19	74 9 20
86	$-\frac{4}{5}R3$	$4.8.\overline{12}.5$	71 0 34	33 45 43	58 48 50	34 32 5	28 50 5	70 2 6

Skalenoëder. A. Arsensilberblende.

No.	Zeichen nach Naumann	Zeichen nach Bravais	Winkel der Polkanten scharfe	Winkel der Polkanten stumpfe	Winkel der Mittelkante	Neigung gegen die Hauptaxe der scharfen	Neigung gegen die Hauptaxe der stumpfen	Neigung gegen die Hauptaxe der Mittelk.
87	$-R\frac{7}{3}$	$25\bar{7}3$	76° 0′ 30″	28° 30′ 57″	60° 54′ 54″	35° 42′ 10″	28° 19′ 26″	65° 6′ 59″
88	$-\frac{5}{4}R\frac{12}{5}$	$7.17.\overline{24}.8$	19 4 36	7 49 30	152 56 30	79 48 38	76 37 41	59 53 42
89	$-2R\frac{3}{2}$	$15\bar{6}2$	92 58 40	16 40 48	59 0 59	31 37 56	21 24 16	47 8 55
90	$-2R2$	$13\bar{4}1$	87 19 14	26 36 33	45 59 54	23 19 30	17 7 7	- - -
91	$-2R\frac{7}{3}$	$4.10.\overline{14}.3$	84 19 32	31 8 58	39 59 10	19 45 52	15 4 57	- - -
92	$-2R3$	$24\bar{6}1$	79 48 16	37 24 55	31 36 0	15 4 57	12 9 59	- - -
93	$-\frac{5}{2}R\frac{9}{5}$	$27\bar{9}2$	91 28 52	23 36 54	45 54 37	21 24 16	15 4 57	40 46 25
94	$-\frac{11}{4}R\frac{19}{11}$	$4.15.\overline{19}.4$	93 12 44	22 20 46	46 1 28	20 33 12	14 13 56	38 5 44
95	$-\frac{7}{2}R\frac{11}{7}$	$2.9.\overline{11}.2$	97 23 36	19 13 11	46 40 54	18 20 59	12 9 59	31 37 56
96	$-4R\frac{3}{2}$	$15\bar{6}1$	99 33 13	17 34 4	47 14 1	17 7 7	11 5 21	28 19 26
97	$-5R\frac{21}{20}$	$1.41.\overline{42}.8$	113 45 31	2 20 28	61 49 28	21 51 21	11 44 21	23 19 30
98	$-5R\frac{7}{5}$	$16\bar{7}1$	102 52 18	14 58 34	48 22 10	15 4 57	9 24 59	- - -
99	$-5R2$	$5.15.\overline{20}.2$	91 21 54	27 35 43	34 54 8	9 47 9	7 1 24	- - -
100	$-5R\frac{11}{5}$	$3.8.\overline{11}.1$	88 44 17	30 24 17	31 53 54	8 45 16	6 28 25	- - -
101	$-5R\frac{13}{5}$	$4.9.\overline{13}.1$	84 35 4	34 48 14	27 11 16	7 13 40	5 35 49	- - -
102	$-8R\frac{5}{4}$	$1.9.\overline{10}.1$	108 33 44	10 21 5	51 7 44	11 5 21	6 28 25	15 4 57
103	$-8R2$	$4.12.\overline{16}.1$	91 52 24	27 43 0	33 17 30	6 9 9	4 21 11	15 4 57
104	∞R	$10\bar{1}0$	60 0 0	0 0 0	60 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
105	$\infty P\frac{26}{25}$	$25.1.\overline{26}.0$	3 53 14	3 53 14	56 6 46	0 0 0	0 0 0	0 0 0
106	$\infty P\frac{5}{4}$	$41\bar{5}0$	21 47 12	21 47 12	38 12 48	0 0 0	0 0 0	0 0 0
107	$\infty P\frac{3}{2}$	$21\bar{3}0$	38 12 48	38 12 48	21 47 12	0 0 0	0 0 0	0 0 0
108	$\infty P2$	$11\bar{2}0$	60 0 0	60 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
					Noch nicht genügend sicher gestellte Formen.			
109	$2P2$	$11\bar{2}1$	—	50 14 18	63 47 36	—	35 42 10	—
110	$-\frac{2}{7}R5$	$4.6.\overline{10}.7$	53 34 27	34 58 7	82 37 36	47 8 55	43 19 35	82 27 3
111	$-2R\frac{9}{5}$	$4.14.\overline{18}.5$	89 24 42	23 11 23	50 29 59	26 6 15	18 37 1	47 8 55

Die Bedeutung der Flächen dieser Zone geht daraus hervor, dass von den 295 bei Lévy erwähnten Flächen (jede Fläche so oft gezählt, als sie vorkommt) 191 auf $\infty P2$, $-\frac{1}{2}R$, $\frac{1}{4}R$, $R3$ und R entfallen, und wenn $R7$, $R5$ und $0R$ noch dazu gerechnet wird, so steigt die Zahl auf 241, also über $\frac{4}{5}$ der Gesammtzahl. In den oben erwähnten vom Verf. gezählten Combinationen, im Ganzen 144, kommen 621 Formen vor. In diesen waren vertreten: $\infty P2$ 102 mal, $R3$ 81, $\frac{1}{2}R$ 77 und $\frac{1}{4}R3$ 55 mal = 373. In der Polkantenzone von R lagen 441, in der Diagonalzone 199 Formen, in beiden Fällen R und $\infty P2$ mit eingerechnet. Die Zahl der an dem Aufbau betheiligten Gestalten beträgt 47, so dass bei gleicher Vertheilung jede Form etwa 13 mal vorkommen müsste. In Bezug auf den Charakter der Combinationen unterscheiden sich die einzelnen Fundorte nicht sehr wesentlich. Die flächenreichsten Combinationen und die selteneren Formen sind meist an Krystallen von Andreasberg und Freiberg vorgekommen. Abweichend ist nur das schon erwähnte neue Freiberger Vorkommen.

Ob gewisse Formen und Combinationen mehr dem Proustit oder dem Pyrargyrit angehören, ist nicht leicht zu entscheiden. Im Allgemeinen sind die meisten Formen beiden gemeinsam, doch wird das Auftreten der spitzen Skalenoëder mehr dem Proustit zugeschrieben.

Der zweite Theil der Arbeit enthält die Resultate der Untersuchung des Verf., deren Hauptzweck der ist, durch Messung und Analyse desselben Materials die Grunddimensionen der Normalvarietäten herzuleiten. Er unterwarf ein lich-

Skalenoëder. B. Antimonsilberblende.

No.	Zeichen nach Naumann	Zeichen nach Bravais	Winkel der Polkanten scharfe	Winkel der Polkanten stumpfe	Winkel der Mittelkante	Neigung gegen die Hauptaxe der scharfen	Neigung gegen die Hauptaxe der stumpfen	Neigung gegen die Hauptaxe der Mittelk.
87	$-R\frac{7}{3}$	$2\bar{5}73$	75° 36′ 4″	28° 23′ 0″	61° 47′ 46″	36° 16′ 51″	28° 50′ 5″	65° 34′ 38″
88	$-\frac{5}{4}R\frac{12}{5}$	$7.17.\overline{24}.8$	18 41 42	7 40 10	153 29 18	80 1 13	76 53 54	60 25 11
89	$-2R\frac{3}{2}$	$15\bar{6}2$	92 38 20	16 37 58	59 34 59	32 10 40	21 49 15	47 45 16
90	$-2R2$	$13\bar{4}1$	87 7 37	26 33 40	46 28 30	23 46 13	17 27 48	– – –
91	$-2R\frac{7}{3}$	$4.10.\overline{14}.3$	84 11 6	31 6 22	40 24 40	20 9 16	15 23 26	– – –
92	$-2R3$	$24\bar{6}1$	79 43 18	37 22 54	31 56 54	15 23 26	12 25 9	– – –
93	$-\frac{5}{2}R\frac{9}{5}$	$27\bar{9}2$	91 18 58	23 34 54	46 17 14	21 49 15	15 23 26	41 22 33
94	$-\frac{11}{4}R\frac{19}{11}$	$4.15.\overline{19}.4$	93 3 34	22 19 4	46 21 45	20 57 22	14 31 29	38 41 14
95	$-\frac{7}{2}R\frac{11}{7}$	$2.9.\overline{11}.2$	97 16 17	19 12 6	46 55 45	18 42 58	12 25 9	32 10 40
96	$-4R\frac{3}{2}$	$15\bar{6}1$	99 26 52	17 33 14	47 26 18	17 27 48	11 19 15	28 50 5
97	$-5R\frac{21}{20}$	$1.41.\overline{42}.8$	113 36 6	2 20 20	61 59 46	22 16 45	11 59 1	23 46 13
98	$-5R\frac{7}{5}$	$16\bar{7}1$	102 47 24	14 58 2	48 30 51	15 23 26	9 36 52	– – –
99	$-5R2$	$5.15.\overline{20}.2$	91 19 44	27 35 12	35 0 50	9 59 29	7 10 20	– – –
100	$-5R\frac{11}{5}$	$3.8.\overline{11}.1$	88 42 34	30 23 48	32 0 4	8 56 21	6 36 41	– – –
101	$-5R\frac{13}{5}$	$4.9.\overline{13}.1$	84 33 54	34 47 49	27 16 38	7 22 51	5 42 58	– – –
102	$-8R\frac{5}{4}$	$1.9.\overline{10}.1$	108 31 6	10 20 55	51 11 40	11 19 15	6 36 41	15 23 26
103	$-8R2$	$4.12.\overline{16}.1$	91 51 34	27 42 48	33 20 12	6 17 0	4 20 49	15 23 26
104	∞R	$10\bar{1}0$	60 0 0	0 0 0	60 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0
105	$\infty P\frac{26}{25}$	$25.1.\overline{26}.0$	3 53 14	3 53 14	56 6 46	0 0 0	0 0 0	0 0 0
106	$\infty P\frac{5}{4}$	$41\bar{5}0$	21 47 12	21 47 12	38 12 48	0 0 0	0 0 0	0 0 0
107	$\infty P\frac{3}{2}$	$21\bar{3}0$	38 12 48	38 12 48	21 47 12	0 0 0	0 0 0	0 0 0
108	$\infty P2$	$11\bar{2}0$	60 0 0	60 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0	0 0 0

Noch nicht genügend sicher gestellte Formen.

No.	Naumann	Bravais	scharfe	stumpfe	Mittelkante	scharfen	stumpfen	Mittelk.
109	$2P2$	$11\bar{2}1$	—	49 54 58	64 53 20	—	36 16 51	—
110	$-\frac{2}{7}R5$	$4.6.\overline{10}.7$	53 2 38	34 38 18	83 48 48	47 45 16	43 56 0	82 36 27
111	$-2R\frac{9}{5}$	$4.14.\overline{18}.5$	89 10 20	23 8 24	51 0 39	26 35 15	18 59 16	47 45 16

tes Erz von Chañarcillo (Krystall No. 1), ein dunkles von Freiberg (Kryst. No. 2) und zwei dunkle von St. Andreasberg (Kryst. No. 3 u. 4) der Messung und der chemischen Analyse.

Die Messungen ergaben folgendes Resultat:

K r y s t a l l 1. Combination: $\infty P2$, $R3$ allein oder mit $-\frac{1}{2}R$. Die Polkante von $-\frac{1}{2}R$ ergab 42° 44′ 38″ (Grenzen 42° 45½′ — 42° 43½′), an demselben Fundort fand S t r e n g diesen Winkel zu 42° 44′ 30″, den der Verf. annimmt und seiner Rechnung zu Grunde legt. Er berechnet Polkante von R = 72° 10′ 10″ und c = 0,80339.

Zur Controlle dient

	Gemessen:	Berechnet:
Stumpfe Polkante von $R3$ =	35° 17′ 36″	35° 17′ 30″
Scharfe - - $R3$ =	74 38 18	74 38 23

K r y s t a l l 2. Gemessen wurde die

stumpfe Polkante von $R3$ = 34° 30′ 42½″ (Grenzen 29′ — 31½′).

Hieraus folgt Polkante von R = 71° 21′ 30″ und c = 0,78901. Die scharfe Polkante berechnet sich zu 62° 32′ 47″, gemessen 62° 35′ 4″ (viele Reflexe) und 62° 34′ 8″ (Grenzen 34½′ — 33′).

K r y s t a l l 3. Gemessen Polkante von $-\frac{1}{2}R$ an 3 Exemplaren.

a) *42° 5′ 22″ (Grenze 6½′— 4½′) Reflexe vorzüglich
*42 5 37 (- 4½ — 6)
b) 42 3 23 (- 4 — 1½) mehrere Reflexe
c) 42 4 37 (- 4½ — 2½) Bilder gut, doch Nebenreflex
*42 5 30 (- 6 — 5) Bilder gut.

Mittel aus den mit * bezeichneten Werthen 42° 5′ 30″, daraus Polkante von $R = 71° 22′ 27″$, $c = 0,78929$.

Krystall 4. Zur Messung war nur ein Krystall brauchbar. Gemessen wurde

stumpfe Polkante von $R3$ = *35° 10′ 47″ (Grenzen 11½′— 10′).

Reflexe scharf. Ein zweites Flächenpaar, mit schlechterer Beschaffenheit lieferte 35° 11′ 22″ (Grenzen 12½′— 9½′), Doppelreflexe. Polkante von R berechnet zu 71° 12′ 58″ und $c = 0,78652$.

Zur Controlle dienen:

	Berechnet:	Gemessen:
Scharfe Polkante von $R3$ =	74° 22′ 18″	74° 25′ 21″ (Grenzen 26′—24½′)
Kante $-\frac{1}{2}R : R3$ =	50 19 37	50 21 23 (- 22 —20½).

Die chemische Untersuchung ergab:

	No. 1.	No. 2.	No. 3.	No. 4.
Ag	65,10	60,63	60,78	59,73
As	15,03	2,62	3,01*)	—
Sb	—	18,58	18,63	22,36
S	19,52	17,95	17,99	17,65
	99,65	99,78	100,41	99,74
Spec. Gew.	5,555	5,754	5,716	5,871
Polkante von R =	72° 10′ 10″	71° 21′ 30″	71° 22′ 27″	71° 12′ 58″.

Die Krystalle No. 1 und 4 sind also reine Normalvarietäten und haben die Grenzwerthe des spec. Gew., während die isomorphen Mischungen No. 2 und 3 mit ihren entsprechenden Werthen innerhalb der Grenzen jener beiden liegen. Auch der von Streng analysirte Pyrargyrit liegt innerhalb dieser Grenzen. Es scheint demnach, dass mit steigendem Antimongehalt das spec. Gew. und der Polkantenwinkel von R zunimmt.

Aus den beobachteten Werthen hat der Verf. die Hauptwinkel sämmtlicher beobachteten Flächen für beide Varietäten berechnet. Dieselben sind in vorstehenden Tabellen (Seite 73 f.) mitgetheilt.

Ref.: F. Grünling.

2. **W. Koort** (in Berlin): **Beitrag zur Kenntniss des Antimonglanzes** (Inaug.-Dissert. d. Univ. Freiburg i/B., Berlin 1884). Der Verf. unterzog die im mineralogischen Museum zu Berlin befindlichen Antimonitkrystalle des Wolfsberger Vorkommens, sowie einige im Privatbesitz befindliche Krystalle von der Casparizeche bei Arnsberg in Westfalen einer krystallographischen und chemischen Bearbeitung.

Der Antimonit von Wolfsberg findet sich in einem mächtigen Gange der silurischen (resp. unterdevonischen) Grauwackenformation des östlichen Harzes,

*) Nach dem Verf. ist vermuthlich der Arsen- oder Antimongehalt etwas zu hoch ausgefallen.

der aus vorzugsweise versteinerungslosen, durch Quarz zusammengekitteten Grauwackenbruchstücken und verschiedenen Antimonerzen, namentlich Antimonit gebildet wird. Als wahrscheinlich jüngere Bildung finden sich nach: Bournonit, Zinkenit, Federerz und Zundererz. Das Mineral findet sich entweder krystallisirt in strahliger und blättriger Ausbildung und ist gangartig abgelagert, oder aber derb und tritt dann in Knollen, die Drusenräume des Gesteins erfüllend, auf. Das Vorkommen in Lagern und Nestern ist häufiger als das gangartige Auftreten.

Auf der Casparizeche bei Arnsberg findet sich der Antimonit gangartig, jedoch mit häufigen Unterbrechungen, zwischen den Culm-Kieselschiefern abgelagert. Er tritt meistens in strahligen oder stängeligen Aggregaten, seltener in breiten, in der Richtung der Spaltungsfläche ausgedehnten Tafeln auf. Die einzelnen Stengel erreichen oft bedeutende Grösse, sind stark gerieft und von fast ovalem Querschnitt, sinken jedoch auch bis zu haardünnen Stäbchen herab. In den Hohlräumen solcher Aggregate finden sich meist vollkommen unversehrte, frei ausgebildete Kryställchen. Die dichten Partien schliessen zuweilen Bruchstücke des Nebengesteins ein. Als Begleit-Mineralien werden Calcit, Pyrit, ferner Zinkblende und Fluorit, letztere jedoch als zweifelhaft, erwähnt.

Die krystallographischen Untersuchungen früherer Forscher zeigen nicht unbedeutende Schwankungen der entsprechenden Winkelwerthe, welche theils auf die, durch die grosse Biegsamkeit des Minerals hervorgerufenen Störungen, theils aber auch auf die morphotropische Wirkung isomorpher Elemente zurückzuführen sind. Da die chemische Untersuchung dem Verfasser ergab, dass in dem Wolfsberger Vorkommen die chemisch reine Substanz Sb_2S_3 vorliegt, so stellte er ein neues Axenverhältniss auf, das er aus den Polkanten der Grundpyramide ableitet, »deren Flächen (Krystall No. 9) in solcher Schönheit ausgebildet waren, dass die beobachteten Reflexbilder bei allen Incidenzen vollkommen ideale genannt werden mussten«.

Aus 10 Messungen ergab sich:

$$(111):(\bar{1}11) = 71^0 24' 38''$$
$$(111):(1\bar{1}1) = 70\ 52\ 20$$

Hieraus folgt das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,99345 : 1 : 1,01980.$$

Unter den zur Untersuchung gelangten neun, $\frac{1}{2}$—3 cm, meist nur $1\frac{1}{2}$ cm grossen Wolfsberger Krystallen des Berliner Museums fand sich nur ein einziger, der auch am untern Ende Begrenzungsflächen, wenn auch nur von geringer Entwicklung, zeigte. Dieselben waren jedoch von denen des obern Endes nicht verschieden. Der seinerzeit von Sadebeck beschriebene Krystall, an welchem er den Hemimorphismus des Antimonglanzes nachweisen wollte, war in der Berliner Sammlung nicht aufzufinden*).

Die Krystalle, namentlich die mit steilen Endflächen, sind meist nur von geringer Dicke, doch zeigen diejenigen mit stumpfen Formen öfters einen beträchtlichen Querschnitt und ähneln in ihrem Baue sehr den Krystallen von Felsöbanya. Auch finden sich jene zarten, spiessigen Nadeln, wie sie bei den ungari-

*) Anmerk. des Ref.: Die vom Verf. hier gemachte Angabe ist insofern wichtig, als die einzigen sonst beschriebenen (der übrigens ausserordentlich seltenen, doppelendigen Krystalle von Groth (Mineraliensammlung d. Univ. Strassburg S. 22) ebenfalls nicht hemimorph waren und somit der von Sadebeck behauptete Hemimorphismus des Antimonglanzes eines erneuten Beweises, sei es durch Auffindung solcher Krystalle oder durch pyroëlektrische Untersuchung, bedarf.

schen Fundorten nicht selten sind und welche, wie die daselbst gefundenen, entweder einzeln oder zu kugeligen und garbenförmigen Büscheln vereinigt vorkommen. Die Prismenzone, welche sich in der Regel durch oscillatorische Combination mehrerer Flächen auszeichnet, ist meist durch mechanische Kräfte wiederholt geknickt und zeigt oftmals einen erstaunlichen Flächenreichthum, der an einem Individuum durch geeignete Vorsichtsmassregeln (Abblenden mit Papier etc.) bis in's Detail studirt wurde.

Die Combinationsformen, welche an den 13 zur Untersuchung gelangten Krystallen beobachtet wurden, stellt der Verf., nach dem Vorgange Krenner's, in 5 Typen zusammen:

1. Typus: Stumpfe Pyramiden beherrschen die Form, durch Vorwalten von $\infty \breve{P} \infty$ und der Brachyprismen nach der Axe a gestreckt (Krenner $H2$). Krystall von Wolfsberg No. 1. 2. 3. 4.
2. Typus: Spitze Pyramiden vorherrschend. Keine Domen. Brachydiagonale Entwicklung mit grossem $\infty \breve{P} \infty$ (Krenner $H5$). Krystall 5. 6. 7 (Wolfsberg).
3. Typus: Gleichmässige Entwicklung nach Axe a und b, stumpfe und steile Pyramiden halten sich das Gleichgewicht (Krenner $H1$ und $H5$). Krystall 8. 9 (W.). 3 (Arnsberg).
4. Typus: Steile Pyramide herrschend, brachydiagonal gestreckt. Domen kommen vor. (Krenner $H2$ und $H5$). Krystall 1. 2. 4 (Arnsberg).
5. Typus: Feine nadelförmige, spiessige Krystalle, frei oder zu Büscheln vereinigt. Gleichmässige Entwicklung nach Axe a und b. (Krenner $H6$). Kein gemessener Krystall.

An diesen Krystallen beobachtete Verf. 39 neue Formen, von den nicht weniger als 26 der Prismenzone angehören. 7 Formen, welche der Verf. als neu erwähnt, sind bereits vorher durch die, vom Verf. nicht angeführte Arbeit von Dana (Americ. Journ. of Sc. Septemb. 1883, diese Zeitschr. **9**, 29) bekannt geworden.

Es sind dies die Flächen:

$$\begin{aligned}
\Theta\ (V) &= (170)\infty\breve{P}7 \\
\vartheta\ (S) &= (160)\infty\breve{P}6 \\
\chi\ (D) &= (250)\infty\breve{P}\tfrac{5}{2} \\
\iota\ (T) &= (320)\infty\bar{P}\tfrac{3}{2} \\
\sigma_2\ (\sigma_1) &= (223)\tfrac{2}{3}P \\
\sigma_6\ (\sigma_2) &= (263)2\breve{P}3 \\
\sigma_8\ (\sigma_3) &= (283)\tfrac{8}{3}\breve{P}4.
\end{aligned}$$

Die vom Verf. für die Flächen eingeführten, eingeklammerten Buchstaben sind deshalb wieder durch die vorangestellte ältere Dana'sche Bezeichnung zu ersetzen.

Die neu beobachteten Flächen sind:

$$\begin{aligned}
F &= (1.32.0)\infty\breve{P}32 \\
H &= (1.25.0)\infty\breve{P}25 \\
P &= (1.17.0)\infty\breve{P}17 \\
S_1 &= (5.28.0)\infty\breve{P}\tfrac{28}{5} \\
i_1 &= (290)\infty\breve{P}\tfrac{9}{2} \\
i_2 &= (5.19.0)\infty\breve{P}\tfrac{19}{5} \\
i_3 &= (5.18.0)\infty\breve{P}\tfrac{18}{5}
\end{aligned}$$

$$
\begin{aligned}
q_2 &= (5.16.0)\infty\breve{P}\tfrac{16}{5}\\
q_1 &= (5.14.0)\infty\breve{P}\tfrac{14}{5}\\
D_1 &= (5.11.0)\infty\breve{P}\tfrac{11}{5}\\
o_2 &= (7.15.0)\infty\breve{P}\tfrac{15}{7}\\
r_1 &= (450)\infty\breve{P}\tfrac{5}{4}\\
m_2 &= (780)\infty\breve{P}\tfrac{8}{7}\\
m_1 &= (50.51.0)\infty\breve{P}\tfrac{51}{50}
\end{aligned}
$$

$$
\begin{aligned}
E &= (20.19.0)\infty\bar{P}\tfrac{20}{19}\\
E_1 &= (11.9.0)\infty\bar{P}\tfrac{11}{9}\\
W_1 &= (540)\infty\bar{P}\tfrac{5}{4}\\
W &= (530)\infty\bar{P}\tfrac{5}{3}\\
n_1 &= (25.13.0)\infty\bar{P}\tfrac{25}{13}\\
n_2 &= (730)\infty\bar{P}\tfrac{7}{3}\\
X &= (520)\infty\bar{P}\tfrac{5}{2}\\
X_1 &= (25.9.0)\infty\bar{P}\tfrac{25}{9}\\
U &= (910)\infty\bar{P}9\\
Z &= (25.6.0)\infty\bar{P}\tfrac{25}{6}\\
B &= (15.1.0)\infty\bar{P}15\\
C &= (32.1.0)\infty\bar{P}32
\end{aligned}
$$

$$
G = (0.11.1)11\breve{P}\infty
$$

$$
\begin{aligned}
\lambda &= (221)2P\\
\lambda_1 &= (13.13.5)\tfrac{13}{5}P\\
\lambda_2 &= (11.11.5)\tfrac{11}{5}P\\
\lambda_3 &= (13.13.10)\tfrac{13}{10}P\\
\lambda_4 &= (18.18.25)\tfrac{18}{25}P\\
\delta &= (133)\breve{P}3\\
\mu &= (156)\tfrac{5}{6}\breve{P}5\\
e_2 &= (269)\tfrac{2}{3}\breve{P}3\\
A_1 &= (15.27.5)\tfrac{27}{5}\breve{P}\tfrac{9}{5}\\
f_1 &= (5.3.10)\tfrac{1}{2}\bar{P}\tfrac{5}{3}\\
\nu &= (15.9.5)3\bar{P}\tfrac{5}{3}\\
\omega &= (391)9\breve{P}3.
\end{aligned}
$$

Durch Nichtberücksichtigung der Dana'schen Arbeit kommt es auch, dass der Verf. eine Anzahl Buchstaben zur Flächenbezeichnung einführt, über die bereits Dana verfügt hat, so dass bei diesem ausserordentlich flächenreichen Mineral die Uebersicht über die beobachteten Formen nicht gerade erleichtert wird.

Die Existenz mancher dieser Formen ist wie es scheint keineswegs als eine absolut festgestellte zu betrachten und die Arbeit des Verf. hat auch bereits in diesem Sinne eine Besprechung erfahren. V. Goldschmidt hat dieselben, mit Ausnahme der Fläche (133), als ungenügend sichergestellt nicht in seinen »Index«*) aufgenommen und bemerkt hierzu:

»In den Formenreihen von Koort findet sich die nöthige Klarheit nicht. Daher konnte ich mich nicht entschliessen, sie mit Ausnahme der wohl sicher gestellten Form (133) aufzunehmen.

»Speciellere Gründe des Zweifels an Koort's Symbolen sind folgende:

---

*) V. Goldschmidt: Index der Krystallformen der Mineralien, Berlin 1886, I. Lief., S. 224—227.

1) Es ist auffallend das häufige Auftreten der Zahl 5 unter den neuen Formen. Wir lesen: unter den Prismen:

(1.25.0), (7.15.0), (450), (5.28.0), (5.19.0), (5.18.0), (5.16.0), (5.14.0), (5.11.0), (50.51.0), (540), (530), (25.13.0), (520), (25.9.0), (25.6.0), (20.19.0), (15.1.0),

unter den Pyramiden:

(13.13.5), (11.11.5), (13.13.10), (18.18.25), (156), (15.27.5), (5.3.10), (15.9.5).

»Also von 39 Formen 27 mit der Zahl 5 oder ihrem Vielfachen. Diese Regelmässigkeit könnte eine wirkliche sein. Sie ist jedoch in hohem Grade auffallend, da sie nicht bei einem einzigen Mineral angetroffen wird. Wo sie sich zu finden schien, rührte sie her von einer Abrundung auf Decimalen. In manchen Fällen dürfte auch hier die decimale Abgleichung zu den gewählten Zahlen geführt haben. Sonst ist es z. B. nicht verständlich, warum der Autor das Symbol (50.51.0) gesetzt mit einer Winkeldifferenz von 8,′5 statt (67.68.0) mit 0′, ebenso (20.19.0) mit 27′ Differenz statt (27.26.0) mit 0′.

2) Die Reihe der Zahlen ist sowohl für sich, als auch nach Einfügung unter die bekannten Formen nach den bei anderen Mineralien beobachteten Zahlengesetzen, durchaus anormal.

3) An einem Krystall (No. 8) treten in derselben Zone 32 verschiedene Prismen auf, darunter 18 neue. Waren sie vollständig entwickelt, so waren das 128 Flächen ausser den Pinakoiden, dabei war der Krystall in der Zone nicht ganz frei von einspringenden Winkeln, wie Autor hervorhebt. Ob die Formen vollflächig entwickelt waren oder nur je ein Reflex vorhanden war, erfahren wir nicht. Ueberhaupt ist für jede Form nur ein Winkel als Mittelwerth angegeben, so dass der Leser nicht im Stande ist, abgesehen von der Nähe der Abgleichung, eine Discussion vorzunehmen.

4) Die Form (15.27.5) = A_1 ist unter dessen neuen Formen die meist beobachtete und meist discutirte, daher scheinbar die am festesten sicher gestellte. Nach S. 28 hat es allerdings den Anschein, als ob eine selbständige Fläche vorliege mit genanntem Symbol (Krystall 5). Dies wird bestätigt durch Krystall 6 *). Seite 30.

In Krystall 7 ist A_1 gekrümmt und giebt nicht einheitliche Reflexe.

Bei Krystall 8 wurde aus einer Reihe vicinaler Reflexe der für A_1 passende ausgewählt.

Bei Krystall 9 zerfielen die Flächen der Pyramide A_1 in mehrere Felder, von denen eines als A_1 angesehen wurde.

Bei Krystall 1 tritt ein Symbol zu Tage, das 15.27.5 nahekommt.

Nach alledem scheint die Möglichkeit nicht ausgeschlossen, dass für A_1 eines von vielen vicinalen Symbolen ausgewählt wurde, während es nothwendig wäre, zur Ausfindung des typischen Symbols für die Fläche auch die andern Reflexe zu berücksichtigen und zu discutiren.

— — »Vielleicht werden die Angaben des Autors gerechtfertigt und halten wenigstens theilweise gesichtet und gesichert ihren Einzug in die Formenreihe des Antimonglanzes. Sie machen den Eindruck gewissenhafter Beobachtung und dürften

---

*) Aus den übereinstimmenden Angaben an Krystall 1, 5, 8 und 9 folgt, dass die S. 31 Krystall 6 zum ∢ 57° 38′ 28″ (berechn.) angegebenen Indices
(15.27.5):(15.$\overline{27}$.5) verdruckt sind und lauten sollen (15.27.5):($\overline{15}$.27.5)
(15.27.5):($\overline{15}$.$\overline{27}$.5) (15.$\overline{27}$.5):($\overline{15}$.$\overline{27}$.5). d. Ref.

werthvolle Resultate geben, wenn Autor sich der Aufgabe unterziehen wollte, die beobachteten Reflexe kritisch zu discutiren, so dass sich die vicinalen Formen, auf die er selbst (S. 19, 36) hinweist und die Scheinflächen von den typischen schieden, wodurch ein wohlgegliedertes klares Bild zu Tage träte.«

Die vom Verf. gemessenen Krystalle zeigten folgende Combinationen:

Krystall 1. Combination: $m(110)\infty P$, $m_1(50.51.0)\infty\breve{P}\frac{51}{50}$, $o(120)\infty\breve{P}2$, $o_2(7.15.0)\infty\breve{P}\frac{15}{7}$, $q_2(5.16.0)\infty\breve{P}\frac{16}{5}$, $i(140)\infty\breve{P}4$, $i_1(290)\infty\breve{P}\frac{9}{2}$ *), $S_1(5.28.0)\infty\breve{P}\frac{28}{5}$, $V(170)\infty\breve{P}7$, $a(010)\infty\breve{P}\infty$, $\delta(133)\breve{P}3$, $A_1(15.27.5)\frac{27}{5}\breve{P}\frac{9}{5}$.

Krystall ca. $\frac{1}{2}$ cm lang. Prismenzone ungleichmässig entwickelt, doch gut spiegelnd. m_1 nur mit einer, lebhaft glänzenden Fläche vorhanden. Die neue Pyramide δ lieferte hinreichend gute Bilder, so dass sie als feststehend betrachtet werden muss. Dagegen lieferte A_1 nur angenäherte Werthe.

Krystall 2. Combination: $a(010)\infty\breve{P}\infty$, $m(110)\infty P$, $o(120)\infty\breve{P}2$, $l(350)\infty\breve{P}\frac{5}{3}$, $p(111)P$, $G(0.11.1)11\breve{P}\infty$.

$\frac{1}{2}$ cm lang. Prismenzone ebenfalls ungleichmässig entwickelt und nur z. Th. messbar, von den Endflächen mit Sicherheit bloss p zu constatiren. (G nur mit einer Fläche vorhanden.)

Krystall 3. Combination: $a(\infty\breve{P}\infty)$, $m(110)\infty P$, $o(120)\infty\breve{P}2$, $q(130)\infty\breve{P}3$, $i(140)\infty\breve{P}4$, $\lambda_1(13.13.5)\frac{13}{5}P$, $\lambda_2(11.11.5)\frac{11}{5}P$, $\lambda(221)2P$, $\lambda_3(13.13.10)\frac{13}{10}P$, $\lambda_4(18.18.25)\frac{18}{25}P$, $\pi(112)\frac{1}{2}P$, $e(123)\frac{2}{3}\breve{P}2$, $\psi(146)\frac{2}{3}\breve{P}4$ **), $e_2(269)\frac{2}{3}\breve{P}3$, $f(214)\frac{1}{2}\bar{P}2$, $f_1(5.3.10)\frac{1}{2}\bar{P}\frac{5}{3}$, $\mu(156)\frac{5}{6}\breve{P}5$.

Prismenzone ungestreift. Die verticalen Pyramiden nur als sehr schmale Streifchen mit je zwei Flächen ausgebildet, ebenso die brachydiagonalen. Die makrodiagonalen winzig klein, aber spiegelnd.

Krystall 4. Combination: $m(110)\infty P$, $f(214)\frac{1}{2}\bar{P}2$.

Prismenzone stark gestreift. Hauptendfläche rauh und unmessbar bis auf ihre schmalen Ränder, welche eingestellt wurden.

Krystall 5. Combination: $m(110)\infty P$, $a(010)\infty\breve{P}\infty$, $A_1(15.27.5)\frac{27}{5}\breve{P}\frac{9}{5}$, $\nu(15.9.5)3\bar{P}\frac{5}{3}$.

Prismenzone gestreift, nicht gut messbar. Spitze des Krystalls in der Richtung der Makrodiagonale verbogen. Herrschende Endfläche A_1 mit vier z. Th. etwas matten Flächen vorhanden, ν mit zwei, wovon die eine gänzlich gekrümmt und unmessbar, die andere dagegen auch nicht frei von Nebenreflexen war.

Krystall 6. Combination: $m(110)\infty P$, $A_1(15.27.5)\frac{27}{5}\breve{P}\frac{9}{5}$, $\nu(15.9.5)3\bar{P}\frac{5}{3}$.
Dem vorigen ähnlich, Spitze etwas beschädigt.

Krystall 7. Combination: $m(110)\infty P$, $a(010)\infty\breve{P}\infty$, $A_1(15.27.5)\frac{27}{5}\breve{P}\frac{9}{5}$, $\nu(15.9.5)3\bar{P}\frac{5}{3}$.

Durchweg keine einheitlichen Reflexe liefernd, deshalb nicht gemessen.

Krystall 8. Der flächenreichste Krystall. Combination: Prismen $F(1.32.0)\infty\breve{P}32$, $H(1.25.0)\infty\breve{P}25$, $P(1.17.0)\infty\breve{P}17$, $S(160)\infty\breve{P}6$, $t(150)\infty\breve{P}5$, $i_1(290\ \infty\breve{P}\frac{9}{2}$, $i(140)\infty\breve{P}4$, $i_2(5.19.0)\infty\breve{P}\frac{19}{5}$, $i_3(5.18.0)\infty\breve{P}\frac{18}{5}$, $q(130)\infty\breve{P}3$, $q_1(5.14.0)\infty\breve{P}\frac{14}{5}$, $D(250)\infty\breve{P}\frac{5}{2}$, $D_1(5.11.0)\infty\breve{P}\frac{11}{5}$, $o(120)\infty\breve{P}2$, $l(350)\infty\breve{P}\frac{5}{3}$, $d(230)\infty\breve{P}\frac{3}{2}$, $r(340)\infty\breve{P}\frac{4}{3}$, $m_1(50.51.0)\infty\breve{P}\frac{51}{50}$, $m(110)\infty P$, $E(20.19.0)\infty\bar{P}\frac{20}{19}$,

*) Durch Druckfehler steht i_2.
**) Für (146) steht hier e_1, S. 54 in der Tabelle dagegen die richtige ältere Bezeichnung ψ.

$E_1(11.9.0)\infty\bar{P}\frac{11}{9}$, $k(430)\infty\bar{P}\frac{4}{3}$, $W(530)\infty\bar{P}\frac{5}{3}$, $n_1(25.13.0)\infty\bar{P}\frac{25}{13}$, $n(210)\infty\bar{P}2$, $n_2(730)\infty\bar{P}\frac{7}{3}$, $X(520)\infty\bar{P}\frac{5}{2}$, $X_1(25.9.0)\infty\bar{P}\frac{25}{9}$, $h(310)\infty\bar{P}3$, $Z(25.6.0)\infty\bar{P}\frac{25}{6}$, $B(15.1.0)\infty\bar{P}15$, $C(32.1.0)\infty\bar{P}32$. Pyramiden: $A_1(15.27.5)\frac{27}{5}\breve{P}\frac{9}{5}$, $\nu(15.9.5)3\bar{P}\frac{5}{3}$.

Prismenzone glänzend und eben, aber nicht frei von einspringenden Winkeln, in derselben 32 Formen entwickelt; mit wie viel Flächen jede Form auftritt, ist nicht gesagt. Als Endflächen waren drei Pyramiden vorhanden, von denen aber nur A_1 und ν mit je vier Flächen festgestellt wurden. Die Fläche (15.27.5) lieferte mehrere Reflexe, da sie in Felder getheilt war.

Krystall 9. Combination: $i(140)\infty\breve{P}4$, $q(130)\infty\breve{P}3$, $o(120)\infty\breve{P}2$, $d(230)\infty\breve{P}\frac{3}{2}$, $r_1(450)\infty\breve{P}\frac{5}{4}$, $m_2(780)\infty\breve{P}\frac{8}{7}$, $m(110)\infty P$, $W_1(540)\infty\bar{P}\frac{5}{4}$, $T(320)\infty\bar{P}\frac{3}{2}$, $n(210)\infty\bar{P}2$, $U(910)\infty\bar{P}9$. Pyramiden: $A_1(15.27.5)\frac{27}{5}\breve{P}\frac{9}{5}$, $\nu(15.9.5)3\bar{P}\frac{5}{3}$, $p(111)P$, $\tau(343)\frac{4}{3}\breve{P}\frac{4}{3}$, $\sigma(213)\frac{2}{3}\bar{P}2$, $\sigma_1(223)\frac{2}{3}P$, $\sigma_2(263)2\breve{P}3$, $\sigma_3(283)\frac{8}{3}\breve{P}4$, $e(123)\frac{2}{3}\breve{P}2$, $s(113)\frac{1}{3}P$.

Prismenzone gestreift. A_1 und ν mit je vier Flächen, von denen diejenigen der Form A_1 auch hier in mehrere Felder zerfallen, welche überdies gestreift sind. e gross entwickelt, aber durch Anätzen gelitten. p mit vier Flächen sehr gut spiegelnd, lieferte die Grundwerthe zum Axenverhältniss (Fortsetz. S. 85.)

Tabelle I.

Kante	Berechnet	Gemessen an	Kryst. No.	Kante	Berechnet	Gemessen an	Kryst. No.
010 : 1.32.0	1°48′10″	1°48′ 2″	8	110 : 13.13.5	14°53′ 8″	14°52′ 0″	3
: 1.25.0	2 18 20	2 18 10	8	110 : 11.11.5	17 26 22	17 24 58	3
: 1.17.0	3 23 19	3 25 4	8	110 : 13.13.10	27 59 44	27 58 10	3
: 5.28.0	10 11 24	10 12 30	1	110 : 18.18.25	43 49 16	43 47 50	3
: 290	12 36 32	12 38 0	1	133 : $\bar{1}33$	26 56 42	26 58 4	1
		12 40 48	8			27 7 12	1
: 5.19.0	14 50 12	14 45 18	8			26 54 30	1
: 5.18.0	15 37 17	15 37 20	8	133 : 010	46 1 27	46 3 20	1
: 5.16.0	17 27 41	17 26 50	1			46 5 36	1
: 5.14.0	19 46 24	19 47 30	8	269 : $2\bar{6}9$	67 4 32	67 9 30	3
: 5.11.0	24 35 10	24 27 50	8	5.3.10 : $5.\bar{3}.10$	30 27 8	30 28 2	3
: 7.15.0	25 9 42	25 9 40	1	5.3.10 : 010	74 46 26	74 45 50	3
: 450	38 50 37	39 2 0	9	391 . 010	119 25 54	19 26 12	12
: 780	41 22 20	41 28 10	9	15.27.5 : $15.\bar{27}.5$	19 5 32	118 58 30	5
: 50.51.0	44 37 15	44 40 15	1			119 2 4	8
		44 45 10	8	15.27.5 : 010	30 27 14	29 18 0	1
: 20.19.0	46 39 24	46 12 50	8			30 22 45	5
: 11.9.0	50 53 42	50 54 20	8			30 23 50	5
: 540	50 52 46	51 1 10	9			30 25 12	6
: 530	59 12 8	59 12 50	8			30 29 10	8
		59 12 10	12			30 25 18	9
: 25.13.0	62 40 46	62 36 50	8	15.27.5 : $\bar{15}.27.5$	57 38 28	56 40 0	1
: 730	66 56 15	66 56 58	8			57 40 12	5
: 520	68 19 41	68 17 40	8			57 40 6	8
: 25.9.0	70 19 15	70 20 10	8			57 36 22	9
: 25.6.0	76 35 22	76 36 40	8			57 43 0	5
: 910	83 42 4	83 43 10	9			57 30 20	6
: 15.1.0	86 12 39	86 11 50	8	15.9.5 : $15.\bar{9}.5$	59 6 4	59 10 12	8
: 32.1.0	88 13 20	88 13 8	8			59 8 18	9
				15.9.5 : 010	60 26 58	60 30 20	5
: 0.11.1	5 4 39	5 3 58	2			60 24 58	8
				15.9.5 : $\bar{15}.9.5$	111 39 50	111 38 20	8

Tabelle II.

Kante	Berechnet	Gemessen	Kryst. No.	Kante	Berechnet	Gemessen	Kryst. No.
010 : 170	8°10′59″	8°12′42″	1	010 : 310	71°40′40″	71°39′10″	8
: 160	9 31 25	9 30 12	8	112 : 110	54 5 54	54 5 20	3
: 150	11 22 57	11 48 2	8	113 : 010	72 10 16	72 11 5	9
: 140	14 7 52	14 8 12	1	113 : $1\bar{1}3$	35 39 28	35 30 10	9
		14 7 20	3	223 : $2\bar{2}3$	58 35 26	58 33 20	9
		14 9 10	8	123 : $\bar{1}23$	31 35 56	31 36 10	3
		14 7 10	9			31 40 48	3
		14 11 30	13	123 : 010	57 14 55	57 12 36	3
: 130	18 32 54	18 32 50	3			57 13 20	3
		18 25 9	8	146 : $\bar{1}46$	16 16 22	16 15 24	3
		18 30 18	9	146 : 010	56 10 22	56 9 18	3
		18 31 20	13	156 : $\bar{1}56$	79 53 50	79 53 10	3
: 250	21 48 5	21 49 10	8	156 : 010	50 3 50	50 3 20	3
: 120	26 42 47	26 36 23	1			50 8 16	3
		26 42 40	2	263 : 010	30 42 55	30 40 20	9
		26 40 54	3	343 : $3\bar{4}3$	62 36 52	62 33 18	9
		26 49 10	8	361 : $\bar{3}61$	53 25 26	53 22 18	10
		26 54 20	9			53 20 10	11
		26 36 20	13			53 20 10	13
: 350	31 7 49	31 6 27	2	361 : 010	27 53 10	27 50 12	10
		31 6 12	8			27 49 20	12
: 230	33 51 50	34 3 50	8	361 : $3\bar{6}1$	124 13 40	124 12 12	12
: 340	37 3 3	37 4 10	8	214 : $2\bar{1}4$	25 33 32	25 30 12	3
: 110	45 11 18	45 12 10	1			25 35 10	4
		45 10 50	2	214 : $\bar{2}14$	52 53 14	52 50 18	3
		45 10 50	3			52 51 18	4
		45 12 4	5	213 : $\bar{2}13$	65 52 54	65 50 13	9
		45 11 36	6			65 50 18	13
		45 18 20	8	213 : 010	74 19 46	74 18 33	9
		45 10 50	9			74 16 0	12
		45 10 5—50	12	283 : 010	24 1 1	24 1 18	9
: 430	53 18 29	53 18 12	8	111 : $\bar{1}11$	71 24 38	71 28 26	2
		53 22 36	13			*71 24 38	9
: 320	56 29 0	56 24 30	9	111 : 110	55 21 7	55 18 7	2
		56 28 5	12	111 : 010	54 33 50	54 36 20	2
: 210	63 35 7	63 34 50	8	111 : $1\bar{1}1$	70 52 20	*70 52 20	9
		63 36 6	9				
		63 $35\frac{1}{3}$—$36\frac{1}{3}$	12	092 : $0\bar{9}2$	24 35 16	24 42 16	11
		63 28 10	13			24 36 7	12

Krystall 10 (Arnsberg 1). Combination: diverse Prismen und $A(361)6\breve{P}2$. Prismen stark gekrümmt, unmessbar.

Krystall 11 (Arnsberg 2). Combination: Prismen, $g(092)\frac{9}{2}\breve{P}\infty$, $A(361)6\breve{P}2$. Prismen geknickt, unmessbar. A sehr dilatirte Reflexe.

Krystall 12 (Arnsberg 3). Combination: $m(110)\infty P$, $T(320)\infty\bar{P}\frac{3}{2}$, $W(530)\infty\bar{P}\frac{5}{3}$, $n(210)\infty\bar{P}2$, $o(120)\infty\breve{P}2$, $g(092)\frac{9}{2}\breve{P}\infty$, $A(361)6\breve{P}2$.
Prismen nicht geknickt, doch nicht vollzählig entwickelt, Reflexe gut. Spitze verbrochen. A und g etwas gekrümmt, keine einheitlichen Reflexe.

Krystall 13 (Arnsberg 4). Combination: $i(140)\infty\breve{P}4$, $q(130)\infty\breve{P}3$, $o(120)\infty\breve{P}2$, $n(210)\infty\bar{P}2$, k*)$(430)\infty\bar{P}\frac{4}{3}$, $A(361)6\breve{P}2$, $\omega(391)9\breve{P}3$.

*) Hier, sowie S. 52 steht K, diese Fläche ist von Krenner mit k bezeichnet.

Prismenzone reich entwickelt. Die beiden (010)-Flächen aber um mehr als einen Grad vom Parallelismus abweichend. Spitze verbrochen. *A* etwas gekrümmt. Reflexion von ω schwach, aber einheitlich.

Die vom Verf. gemessenen Winkelwerthe sind in vorstehenden zwei Tabellen zusammengestellt worden. Tabelle I enthält die Werthe für die vom Verf. neu aufgestellten Formen, Tabelle II diejenigen für die beobachteten, schon bekannten.

Der Antimonit des Wolfsberger Vorkommens ergab sich bei der chemischen Analyse als vollständig frei von jeder Beimengung. Zwei Analysen lieferten folgende Zahlen:

Sb	71,47	71,45
S	28,33	28,42
	99,80	99,87

Das spec. Gew. ergab sich durch Pyknometerbestimmung zu 4,656.

Das Arnsberger Vorkommen wurde keiner vollständigen analytischen Bestimmung aller Bestandtheile unterzogen, sondern nur einer Bestimmung der Beimengungen; als solche wurden 0,088 % Eisen gefunden.

Ref.: Grünling.

3. E. M. Rohrbach (in Gotha): **Ueber einige Mineralien aus den Eruptivgesteinen der schlesisch-mährischen Kreideformation** (Tschermak's mineralog. u. petrogr. Mittheil. 1885, **7**, 1—63). Die Teschenite enthalten als primäre Gemengtheile: Plagioklas, Augit, Hornblende, Biotit, Olivin, Apatit, Titaneisen, Magnetit, Orthoklas (?), Titanit, und als secundäre: Analcim, Natrolith, Apophyllit und sonstige Zeolithe, Calcit und Aragonit, Biotit, Leukoxen, chloritische und serpentinartige Substanzen, Epidot (?), Pyrit, Plagioklas (? secundär). — Nephelin ist in ihnen nicht vorhanden.

Der Augit findet sich in zweierlei Form in ausgebildeten Krystallen von den verschiedensten Dimensionen (»automorpher« Augit) und in unregelmässig gestalteten Partien zwischen die leistenförmigen Plagioklase eingeklemmt (»xenomorpher« Augit). Die ersteren erscheinen gewöhnlich in kurzsäulenförmigen Krystallen der Combination: (100).(010).(110).(10$\bar{1}$).(11$\bar{1}$) ($\infty P\bar{\infty}.\infty P\breve{\infty}.\infty P.P\bar{\infty}.P$). Viele Schnitte zeigen unter dem Mikroskop die bekannte diagonale Feldereintheilung und verschiedenes optisches Verhalten dieser Felder. Der Pleochroismus ist für die

|| c schwingenden Strahlen violett,
|| a - - bräunlichgrau,
|| b - - grünlichbraun.

$$\mathfrak{c} > \mathfrak{a} > \mathfrak{b},$$

$$\mathfrak{c} : c = 42^0—45^0.$$

Häufig findet sich als Pseudomorphose nach Augit ein feinfaseriges, grünliches Mineral, untermengt mit kleinen bräunlichgelben Körnern (Epidot?).

Die Hornblende, vom Habitus der basaltischen Hornblende, zeigt sich meist in wohl begrenzten Krystallen. In dem Gestein von Söhla besitzt sie folgenden Pleochroismus:

|| a schwingende Strahlen licht-gelbbraun,
|| b - - braun bis dunkelbraun,
|| c - - dunkelbraun.

$$\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a},$$
$$\mathfrak{c} : c = 14^0 - 18^0.$$

Zwillinge nach $\infty P \infty (100)$ und $\infty P 2 (120)$.

Hornblende und Augit sind häufig, vielfach auch gesetzmässig, verwachsen. Die chemische Zusammensetzung beider aus dem Teschenit des Teufelsgrundes ist folgende (die Trennung wurde mit Hülfe der Baryumquecksilberjodidlösung vorgenommen):

	Augit:	Hornblende:	
SiO_2	44,22	36,91	
Al_2O_3	10,49	16,30	
Fe_2O_3	11,98	5,28	
FeO	5,77	12,27	
MgO	7,02	8,83	
CaO	22,54	16,91	(Spuren SrO)
	102,02	96,50	
Spec. Gew.	3,376—3,421	3,364—3,370	

Bei der Hornblende wurden qualitativ Alkalien (welche?) nachgewiesen und die fehlenden 3,5 % auf diese bezogen.

Der Olivin findet sich als endomorphes Contactmineral in den Eruptivmassen von Marklowitz, Kalembitz, Kotzobendz, Ellgoth etc.

Die frühere Annahme des Nephelin in den Tescheniten beruht auf einer Verwechselung mit Apatit.

Der wasserklare Analcim von Söhla zeigt deutliche Doppelbrechung, begleitet von unregelmässiger Feldertheilung und Streifung. Die unter sorgfältiger Vermeidung jeder stärkeren Erwärmung hergestellten Dünnschliffe zeigten den Analcim isotrop. Derselbe ist aus Feldspath entstanden.

Ein röthlich gefärbter, wahrscheinlich monokliner, nicht näher untersuchter Zeolith findet sich in den mit Calcit erfüllten Mandeln des zersetzten Olivingesteines von Kotzobendz. Ref.: K. Oebbeke.

4. K. von Chrustschoff (in Breslau): **Ueber pyrogenen Quarz und Tridymit** (Tschermak's mineralog. u. petrogr. Mittheilungen, 1886, 7, 295—307). Weissgesprenkelte Einschlüsse, welche im Basalt von Striegau vorkommen und stark verändertem Granit angehören, bestehen fast ausschliesslich aus pyrogenem Quarz und Tridymit nebst neugebildetem Feldspath.

Neugebildeter Quarz wird auch aus dem Basalt des Rossberges bei Darmstadt beschrieben (vgl. auch über secundäre Glaseinschlüsse in derselben Zeitschrift S. 69). Ref.: K. Oebbeke.

5. F. Hatch (in Bonn): **Feldspath aus dem Hornblende-Hypersthen-Andesit des Vulcans Charchani**, Vulcangruppe Arequipa, Peru, Südamerika (Ebenda 7, 323).

SiO_2	57,31
Al_3O_3	27,62
CaO	6,06
Na_2O	6,25
K_2O	3,05
Glühverlust	0,25
	100,54

Diese Zusammensetzung entspricht nach dem Verf. nahezu dem Mischungsverhältniss *Ab* : *An* = 1 : 1, d. h. der Feldspath ist ein normaler Andesin. Spec. Gew. = 2,666—2,687. Etwas Oligoklas scheint beigemengt zu sein.

Ref.: K. Oebbeke.

6. **F. Becke** (in Czernowitz): **Ueber Zwillingsverwachsungen gesteinsbildender Pyroxene und Amphibole** (Tschermak's mineral. u. petrogr. Mittheil. 1885, 7, 93—107). 1. Bronzitzwillinge. In den Augitandesiten der südlichen Bukowina beobachtete der Verf. ziemlich häufig stern- und kreuzförmig verwachsene Bronzitkrystalle, in welchen er gesetzmässige Zwillingsbildungen nach drei Gesetzen erkannte. Zur Messung der Krystalle wurden in den Dünnschliffen solche Schnitte aufgesucht, welche, nach ihrem Verhalten auch im convergenten Licht zu schliessen, den drei Pinakoiden parallel verlaufen. Es ergab sich, dass die recht scharf ausgebildeten Bronzitkrystalle in der Prismenzone von den Formen (100), (010) und (110) und am Ende von einer Pyramidenfläche begrenzt sind, deren Durchschnittslinien in (010) und (100) mit der Verticalaxe ungefähr die gleichen Winkel bilden, wie die der Pyramidenfläche (124) — die Lang'sche Aufstellung der Krystalle vorausgesetzt.

Durch Zufall war in einem Dünnschliff des Augit-Andesits vom Luccaciu an der Grenze der Bukowina und Siebenbürgens ein Drillingskrystall so geschnitten, dass sämmtliche Individuen die Flächen (100) mit einander gemeinsam hatten, und jedes im convergenten Lichte das charakteristische Interferenzbild zeigte, wie es den Schnitten senkrecht zur optischen Normale eigenthümlich ist. Die Neigung der Verticalaxen der sich durchkreuzenden Individuen betrug für I gegen II 61^0 $10'$, für I gegen III 42^0 $35'$. Diese Werthe führen für die Krystalle I und II zur Annahme einer Zwillingsbildung nach (012) — berechneter Winkel = 60^0 $58'$, für die Krystalle I und III zur Annahme einer Zwillingsverwachsung nach (013) — berechneter Winkel = 42^0 $51'$. In beiden Fällen würde die Verwachsungsebene senkrecht zur Zwilingsebene stehen. Auch die Individuen II und III sind gesetzmässig verwachsen nach den Flächen (023); der Winkel zwischen den beiderseitigen Verticalaxen betrug 103^0 $45'$, genau so viel wie der berechnete.

Das ersterwähnte Gesetz — Zwillingsebene eine Fläche von (012) — scheint am häufigsten aufzutreten; auch der von Drasche ehedem beschriebene Bronzitzwilling aus dem Augit-Andesit von Videna bei Rohitsch scheint nicht, wie Drasche irrthümlich schloss, ein Zwilling nach (302), sondern nach (012) zu sein. Das Gesetz »Zwillingsebene (012) würde beim monosymmetrischen Augit dem Zwillingsgesetz $+ \mathit{P}2$ = $(\bar{1}22)$ entsprechen.

2. Angeblich anomale Zwillinge von Augit und Hornblende. Die Zwillinge, welche von Cohen als solche nach einer zur Verticalaxe geneigten Zusammensetzungsfläche bezeichnet und als eine ziemlich häufige Erscheinung, z. B. aus Amphibol-Biotitgranit vom Odenwald, erwähnt werden, stellen sich bei genauerer Untersuchung als Zwillinge des gewöhnlichen Gesetzes heraus. Die schiefe Lage der Zwillingsgrenze gegen die Spaltrisse in dem Dünnschliff erscheint nur als eine Folge der schiefen Lage der Schnittfläche. Hat man die Position der letzteren aus den Winkeln berechnet, welche die Tracen der durch die Schnittfläche getroffenen Flächen, unter welchen drei ihrem Zeichen nach als bekannt zu betrachten sind, bilden, so ergiebt sich, dass die beobachteten Auslöschungsrichtungen sowie die Interferenzfiguren im convergenten Lichte vollkommen im Einklang mit den auf der Schnittfläche ihrer Lage nach zu erwartenden Erscheinungen stehen. Auch die von Streng an den Augiten der Palatinite, und

von Rosenbusch an Augiten aus Augit-Andesiten beschriebenen »ungewöhnlichen« Zwillingsbildungen möchte der Verf. für normale ansehen.

Wie für den Augit, so sucht der Verf. auch für die Hornblendezwillinge aus dem Amphibol-Biotitgranit des Odenwaldes, welche früher Cohen als Zwillinge nach $\infty\mathcal{P}2(120)$ gedeutet hatte, nachzuweisen, namentlich mit Berücksichtigung der Erscheinungen im convergenten Licht, dass auch hier Zwillinge des gewöhnlichen Gesetzes — Zwillingsebene $\infty\mathcal{P}\infty(100)$ — vorliegen.

Ref.: H. Bücking.

7. **G. Tschermak** (in Wien): **Zinnober von Nikitowka** (Ebenda, S. 361 bis 362). In der 1879 entdeckten Zinnobererzlagerstätte in der Nähe der Azowschen Eisenbahnstation Nikitowka im Bachmuter Bezirk des Gouvernements Ekaterinoslaw, wo der Zinnober, zum Theil innig mit Bleiglanz verbunden, einen der Donetzer Kohlenformation angehörigen Quarzsandstein durchdringt, finden sich ringsum ausgebildete Krystalle von Zinnober von einer durchschnittlichen Grösse von 2,5 mm. Sie zeigen vorherrschend die Formen $R = \varkappa(10\bar{1}1)$ und $2R = \varkappa(20\bar{2}1)$, einzelne Krystalle auch noch untergeordnet das Trapezoëder $\varkappa\pi(42\bar{6}3)$ $= \frac{2P\frac{2}{3}}{4}$, dessen Flächen in die Zone $10\bar{1}1 : 02\bar{2}1$ etc. fallen. Die Vertheilung der Trapazoëderflächen ist meist eine unregelmässige; sie lassen sich an den einen Krystallen als rechte, an den anderen als linke ansehen, häufig aber treten sie auch so auf, dass die anscheinend einfachen Individuen als symmetrische Durchdringungszwillinge eines rechten und eines linken nach dem Gesetze »Zwillingsebene eine Fläche von $\infty P2$« erscheinen. Alle Krystalle sind ferner deutliche Durchdringungszwillinge nach dem Gesetz »Zwillingsebene die Basis«; wie bei dem Chabasit ist der eine Einzelkrystall oft kleiner als der andere; und während der eine oft ein rechter Krystall ist, ist der andere ein linker.

Die optische Untersuchung war in Folge der Beimengungen von Thon und Quarz, welche eine Trübung verursachten, erschwert. Doch wurden in Platten senkrecht zur Hauptaxe häufig die Airy'schen Spiralen beobachtet; hier und da an unregelmässig vertheilten Punkten war auch die einfache Rechts- oder Linksdrehung nachzuweisen. Es liess sich feststellen, dass einfache Krystalle, an deren oberem Theil die Trapazoëderfläche an der rechten Seite von R liegt, rechtsdrehende sind.

Die gemessenen Winkel waren $10\bar{1}1 : 20\bar{2}1 = 16^0\,22'$, $10\bar{1}1 : \underline{10\bar{1}1} = 74^0\,19'$, $10\bar{1}1 : 42\bar{6}3 = 21^0\,40'$; aus dem von Mügge angenommenen Axenverhältniss berechnen sich dieselben auf $16^0\,23'$, $74^0\,11\frac{1}{2}'$ und $21^0\,20'$.

Ref.: H. Bücking.

8. **M. Schuster** (in Wien): **Ueber ein neues Vorkommen von krystallisirtem Fichtelit** (Ebenda, S. 88 und 89). Im Moore von Salzendeich, Kirchspiel Grossenmeer, Amt Elsfleth (Oldenburg) fanden sich zwischen verfaulten Holzresten krystallinische, meist blättchenförmige bis dicktafelartige Massen einer Substanz, welche alle Eigenthümlichkeiten des Fichtelit besitzt, weiss, geruchlos und geschmacklos ist, auf dem Wasser schwimmt, in Alkohol untersinkt, in Aether sehr leicht löslich ist und einen Schmelzpunkt zwischen 45^0 und 47^0 C. hat. Neben grösseren $1\frac{1}{2}$ cm langen und 2 mm dicken Tafeln, welche gewöhnlich gerundete Flächen zeigen, kommen auch einzelne wohlausgebildete Krystalle vor. Ein solcher, 12 mm breit und 3 mm dick, besitzt einen sechsseitigen Umriss und stellt die Combination $(001).(100).(110)$ dar; der Winkel $001 : 100$ wurde zu $52^0\,30'$, $100 : 110$ zu 49^0, $110 : \bar{1}10$ zu 82^0 bestimmt. Andere Krystalle liessen

auch noch ($\bar{1}01$) erkennen; auch eine Zwillingsbildung nach dem Gesetz »Zwillingsebene die Basis« wurde beobachtet.

Die Ausbildung der Krystalle war deutlich monosymmetrisch; aber ein Hemimorphismus in der Richtung der b-Axe, welcher nach Clark am Fichtelit häufig vorkommen soll, war nicht vorhanden. Die optische Axenebene ist $\infty \mathcal{R} \infty$ (010). Durch $0P(001)$ ist im convergenten Licht ein Hyperbelast sichtbar, der Art, dass auf der Seite der stumpfen Kante 001 : 100 ein Axenaustritt zu suchen ist.

Ein ähnliches Fichtelitvorkommen soll sich auch im Rasteder Moor (Amt Oldenburg) finden; auch soll Fichtelit lagerweise zwischen den Jahresringen von Kiefernholz bei Ausschachtung des Friezoyther Canals (Amt Friesoythe) $1\frac{1}{2}$ m tief im Moor vorgekommen sein.

Ref.: H. Bücking.

9. M. Weibull (in Lund): **Untersuchung schwedischer Minerale** (Tschermak's mineral. u. petrogr. Mittheil. 1855, **7**, S. 108—121). Ueber den ersten Theil der Arbeit, welcher auch in der Oefvers. af Vet. Ak. Forh. 1884, **9**, 11—40 erschienen ist, ist bereits in dieser Zeitschr. (**10**, 512 etc.) referirt worden.

In dem zweiten Theil bespricht der Verf. den Knebelit von Dannemora, welchen er zum Vergleich mit dem Eisenknebelit von Vester Silfberg einer näheren Prüfung unterzogen hat. Was die Spaltbarkeit anlangt, so ist eine ganz vollkommene nach dem Prisma (110) von $50^0\ 6'$, eine ziemlich vollkommene, die den spitzen, eine undeutlichere, die den stumpfen Prismenwinkel gerade abstumpft, und eine sehr unvollkommene Spaltbarkeit oder Absonderung nach 001 vorhanden. Die Literaturangabe, dass der Knebelit nach einem Prisma von 65^0 spalte, ist dahin zu corrigiren, dass dieser Winkel der Winkel 110 : 010 ist.

Die Axenebene ist 001; die erste Bisextrix steht normal zu 100 und ist negativ. Der Axenwinkel in Glas beträgt $59^0\ 12'$; die Dispersion ist $\varrho > v$. Der Pleochroismus ist sehr stark: $\mathfrak{a}$ hellgrau in's Gelbe; $\mathfrak{b}$ hellgelbgrau; $\mathfrak{c}$ graulichweiss.

Die Einschlüsse in dem Knebelit sind Magnetitkörnchen und Zersetzungsproducte, welche sich theils als ein rothbraunes, dem Manganhisingerit nah verwandtes Mineral, theils als ein »Serpentin mit Chlorit« darstellen. Sie mögen etwa $5^0/_0$ betragen. Die chemische Analyse des Knebelits ergab:

SiO_2	28,96
FeO	36,73
MnO	29,69
MgO	2,33
CaO	1,00
Al_2O_3	1,07
	99,78

Die chemische Constitution ist demnach $(Fe, Mn, Mg)\ SiO_4$, und das Verhältniss $Fe : Mn : Mg$ wie 7 : 6 : 1.

Die wichtigsten Eigenschaften des Knebelits von Dannemora und des Eisenknebelits von Vester Silfberg sind mit denen des Olivins (nach Des Cloizeaux) in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Olivin	Eisenknebelit von Vester Silfberg	Knebelit von Dannemora
Chemische Zusammensetzung	$(Fe, Mg)_2 Si O_4$	$(Fe, Mn, Mg)_2 Si O_4$	
u. Atomverhältniss $Fe : Mn =$	—	10 : 4	7 : 6
Axenverhältniss $a : b : c$	0,466 : 1 : 0,5866	0,461 : 1 : ?	0,467 : 1 : ?
Spaltbarkeit:			
deutliche nach	010	110	110 und 010
undeutliche nach	100	100 und 001	100 und 001
Optische Axenebene	001	001	001
Erste Bisectrix	a-Axe	a-Axe	a-Axe
Axenwinkel in Glas	—	63° 45′	59° 12′
Doppelbrechung	positiv	negativ	negativ
Dispersion	$\varrho < v$	$\varrho > v$	$\varrho > v$
Absorption	—	$\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$	$\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$

Ref.: H. Bücking.

10. A. Becker (in Leipzig): **Ueber die Schmelzbarkeit des kohlensauren Kalkes** (Ebenda, S. 122—145).

A. Wichmann (in Utrecht): **Ueber die Schmelzbarkeit des kohlensauren Kalkes** (Ebenda, S. 256—257). In der Einleitung der ersteren Arbeit wird der früheren Versuche von James Hall, Bucholz, Petzholdt, Pilla, v. Richthofen und G. Rose in sehr eingehender Weise gedacht und gezeigt, dass die Schmelzbarkeit des kohlensauren Kalkes bis jetzt noch nicht erwiesen ist. Auch die Versuche, welche der Verf. angestellt hat, geben nach dieser Richtung keine Gewissheit. Da eiserne Gefässe sich als ungünstig erwiesen, bediente er sich nach Hall's und Rose's Vorgang langer Porzellanröhren von $3\frac{1}{2}$ mm Wandstärke und einem lichten Durchmesser von 16—18 mm, welche nach der Füllung mit kohlensaurem Kalk in ähnlicher Weise wie die Bier- und Sodawasserflaschen fest durch einen Kautschukpfropfen verschlossen wurden. Der kohlensaure Kalk, theils feingepulverte Kreide, theils feinkörniges Pulver, welches durch Fällung von $CaCl_2$ mit Soda erhalten wurde, zuweilen auch Aragonit in Krystallen oder isländischer Doppelspath eingebettet in pulveriges Carbonat oder ohne letzteres, waren in kleine Cylinder von Platinblech gefüllt, um ein Zusammenschmelzen des Carbonats mit dem Porzellan zu verhindern. Nur der mittlere Theil der 64 cm langen Porzellanröhre wurde in einem Fourquignon und Leclercschen Ofen erhitzt.

In den meisten Fällen war nach dem Erhitzen etwas kaustischer Kalk entstanden, daneben aber hatte sich ein deutliches Aggregat von Kalkspathkörnern gebildet, welche bedeutend (bis 15 mal grösser waren, als die zu dem Versuch verwendeten, und zwar um so grösser, je längere Zeit (bis zu 5 Stunden) die Porzellanröhre erhitzt worden war. Der Aragonit und der Kalkspath zeigten sich regelmässig, wenigstens an einzelnen Stellen, in ein Aggregat zahlreicher sehr kleiner und verschieden gerichteter Körnchen von rhomboëdrischem Carbonat umgelagert. Zuweilen zeigte das erhitzte Pulver einen genauen Abdruck des Platincylinders, in welchen es vorher gedrückt worden war, mit allen hierdurch entstandenen Ecken und Kanten, nur in Folge des Schwindens in etwas verjüngtem Massstabe; es kann in diesen Fällen selbst nur von einem Erweichen nicht die Rede sein, noch viel weniger von einem Schmelzen.

Zu ähnlichen Resultaten ist auch Wichmann gelangt. Er hatte einen kleinen schmiedeeisernen Cylinder von 4 cm Länge, 2 mm Wandstärke und 12 mm leichter Weite, der an den einem Ende zugeschweisst war, an dem andern durch

ein Platinplättchen und eine Schraube fest verschlossen wurde, mit fein gepulverter Kreide von Meudon gefüllt und in einem Schlösing'schen Ofen allmählich bis zur Weissgluth erhitzt. Das beim Oeffnen des Cylinders blossgelegte Product war kaustischer Kalk. Um das Entweichen der Kohlensäure durch das für Gase durchlässige glühende Eisen zu vermeiden, wurde bei einem zweiten Versuche der Eisencylinder in einem mit geschmolzenem Nephelinit gefüllten Tiegel erhitzt. Das Resultat war, dass die Kreide zu einer weissen festen Masse von geringerem Volumen zusammengeschrumpft war; die Masse stellte sich als ein etwas poröses rein körniges Aggregat kleiner Kalkspathrhomboëder dar, kaustischer Kalk hatte sich nur in ganz unbedeutender Menge gebildet. Jedenfalls war keine eigentliche Schmelzung, sondern nur ein »Zusammensintern« der Kreide, verbunden mit einer molekularen Umlagerung, festzustellen. Letztere gab sich darin zu erkennen, dass aus der feinpulverigen Kreide sich grössere einheitlich gestaltete Rhomboëder gebildet hatten. Ein Versuch, grobkrystallinischen Kalkstein bei längerer Hitzeeinwirkung und genügendem Luftabschluss herzustellen, misslang.

Ref.: H. Bücking.

11. A. Streng (in Giessen): **Ueber einige mikroskopisch-chemische Reactionen** (Neues Jahrb. für Min., Geol. etc. 1885, **1**, 21—42 und 1886, **1**, 49—61). Die Methoden sind vornehmlich für die mikroskopische Gesteinsuntersuchung berechnet, oder überhaupt für spärlich vorliegendes Material (vgl. unten bei Rittingerit). Die Reactionen müssen charakteristisch, d. h. für bestimmte Substanzen allein gültig sein, und dürfen nicht für mehrere Substanzen gleich verlaufen, die gleichzeitig vorhanden sein können. Durch die Einwirkung des Reagens erzeugte Krystalle können zur Prüfung dienen, wenn sie durch charakteristische Formen oder Auslöschungsrichtungen sicher erkennbar sind; hierzu ist meist nur schwache Vergrösserung verwendbar; daher ist die Beibehaltung des schwächsten Objectivs mit wechselnden Ocularen zu empfehlen. Besonders empfindliche Reactionen liefern wegen der grossen Unlöslichkeit der Niederschläge meist ein unkrystallinisches Pulver, oder zu kleine Kryställchen; dann ist durch Erwärmen die Abscheidung zu verzögern, um bessere Krystalle zu erhalten.

Hat man einzelne Splitter eines Minerals (vielleicht isolirt durch Lösungen von hohem specifischen Gewicht), dann löst man sie auf Objectträger oder Uhrglas in geeigneter Säure (in Flusssäure auf Platinblech, die Fluorverbindungen sind dann durch Eindampfen mit Salzsäure in Chloride überzuführen). Nach dem Abdampfen ist der Rückstand mit einem Tröpfchen Säure aufzunehmen und 1 bis 2 Tropfen Wasser zu verdünnen und dann mit einer kleinen Kautschuk-Pipette auf einen oder mehrere Objectträger nach Erforderniss in einzelne Tröpfchen zu vertheilen. Zu den Pipetten werden Glasröhren von 4 mm lichter Weite lang und fein ausgezogen, in einer Länge von 10—12 cm abgeschnitten und an einen 6 cm langen Kautschukschlauch angefügt, der andererseits mit einem Glasstäbchen verschlossen ist. Zur Uebertragung eines Tropfens Reagens auf einen Objectträger hat man spitz ausgezogene Glasstäbe, und zur Entnahme kleiner Tröpfchen aus einer Flüssigkeit kurze in Glasröhren eingeschmolzene Platindrähte, die theils scharf zugespitzt, theils zu Häkchen gebogen sind. Das Erwärmen und Abdampfen empfiehlt der Verf. über einer mit Wasser gefüllten Schale von 13 cm Durchmesser und $4\frac{1}{2}$ cm Höhe, die mit einer Glasplatte bedeckt wird zum Auflegen der Objectträger; für gemässigtere Temperatur legt man dazwischen ein umgekehrtes etwa 2,5 cm. hohes Pappkästchen.

Befindet sich das zu untersuchende Mineral in einem Dünnschliff, dann kann

man es (unter dem Mikroskop) mit einem Deckgläschen bedecken, mit feiner trichterförmiger Oeffnung von 0,20 mm bis höchstens 0,7 mm, welche mit Flusssäure in geeigneter Weise hervorgebracht und mit Hülfe einer Stopfnadel erweitert werden kann. Der Dünnschliff ist vor der Bedeckung mit ausgekochtem Canadabalsam zu überziehen, der dann beim Erwärmen über dem zu untersuchenden Mineral durch die Oeffnung des Deckgläschens ausquillt und mit alkoholgetränktem Haarpinsel entfernt wird. Ein Tropfen Lösungsmittel wirkt dann durch die Deckglas-Oeffnung nur auf das zu untersuchende Mineral. Nach Verdunsten bei mässiger Wärme — bevor der Balsam schmilzt — wiederholt man das Eindampfen und nimmt mit 1—2 Tropfen Wasser die gelöste Substanz zu weiterer Behandlung auf. Für Flusssäure nimmt man statt des Deckglases ein durchbohrtes Platinblech.

Ist es im Laufe der Untersuchung nöthig, eine Filtration vorzunehmen, dann bringt man den Objectträger, auf welchem sich der zu untersuchende Tropfen befindet, in eine schwach (etwa 3⁰) geneigte Lage, z. B. auf ein schief abgeschnittenes Pappkästchen, und leitet die Flüssigkeit mit einem schmalen feuchten Streifen Filtrirpapiers (von 2 : 25 mm) auf einen anderen untergestellten Objectträger. Zum Auswaschen eines Niederschlages bedient man sich eines grösseren Filtrirpapierstreifens (von 5 : 50 mm).

Prüfung auf Phosphorsäure. Gegen die salpetersaure Lösung von molybdänsaurem Ammonium ist geltend gemacht worden, dass lösliche Silicate damit ähnlich reagiren, wie Phosphorsäure. Der Verf. hat nun gefunden, dass reines kieselsaures Natrium in grösserer Menge mit der Molybdänlösung keine Reaction, und in sehr geringer Menge nur eine schwache Reaction giebt, gelbe Färbung ohne Niederschlag; Niederschlag erst bei langsamen Verdunsten oder Zusatz von salpetersaurem Ammonium oder Chlorammonium. Der Zusatz einer Spur von phosphorsaurem Natrium giebt aber sofort reichlichen gelben Niederschlag, der Phosphorsäure und Kieselsäure enthält. Denselben Unterschied zeigen reiner und Apatit-führender Elaeolith, Humboldtilith, Melilith und Natrolith. Nach Behandlung mit Molybdänlösung geben diese Mineralien, wenn sie feine Apatitkryställchen enthalten, rasch eine Unmasse gelber Körner (Oktaëder und Dodekaëder), als ob das ganze Silicat aus Apatit bestünde. Nach längerer Behandlung mit verdünnter Salpetersäure, die vorzugsweise den Apatit auflöst, giebt das zurückbleibende Silicat mit Molybdänlösung keine gelben Körnchen mehr. Isolirt man im Dünnschliff den fraglichen Krystall mit dem durchbohrten Deckgläschen, löst ihn mit einem Tropfen concentrirter Salpetersäure, verdampft, nimmt mit Wasser auf und erhält darin mit Molybdänlösung die gelben Körnchen, so ist die Phosphorsäure sicher nachgewiesen, da die Kieselsäure unlöslich niedergeschlagen ist.

Prüfung auf Kalium. Ein eingedampfter Tropfen der zu prüfenden Substanz wird mit einem kleinen Wassertröpfchen versetzt, daneben kommt ein Tropfen Platinchlorid; während der Objectträger auf 100⁰ erhitzt wird, bringt man mit dem Platindraht beide Tropfen in Verbindung. Nach einigen Augenblicken des Verdunstens und Erkaltens findet man Krystalle oder Skelette von Chlorplatinkalium: Oktaëder mit Ikositetraëder, oder auf den Oktaëderflächen vicinale Hexakisoktaëder, auch Würfel mit oder ohne Dodekaëder und Oktaëder. Anwendung bei Feldspath und Leucit (Unterschied von Nephelin).

Prüfung auf Natrium. Man versetzt den eingedampften Tropfen mit einem Tropfen von essigsaurem Uranyl, verdampft einen Theil des Wassers bei 100⁰, lässt erkalten und sucht unter dem Mikroskop nach den scharf ausgebilde-

ten isotropen Tetraëdern von essigsaurem Uranyl-Natrium; das daneben auskrystallisirende essigsaure Uranyl ist anisotrop und stark dichroitisch. Auf Natrium deuten nur die deutlichen Tetraëder mit oder ohne Dodekaëder oder Gegentetraëder; kommt das Gegentetraëder hinzu und erscheinen Oktaëder, dann ist Vorsicht nöthig, denn auch ohne Natrium entstehen gelbe Oktaëder, die wahrscheinlich einem basischen Salze angehören, das aber sehr selten auftritt. Die Reaction ist sehr empfindlich, da das Natrium-Doppelsalz nur 4,9 % *Na* enthält. Mit essigsaurem Natrium kann man umgekehrt Uran und mit einer Lösung von Uranchlorid und Chlornatrium die Essigsäure nachweisen.

Das käufliche essigsaure Uranyl ist natriumhaltig, und zwar so stark, dass Umkrystallisiren zu umständlich ist. Die Lösung des unreinen Salzes wird daher mit Schwefelammonium gefällt und das filtrirte Schwefeluran in Essigsäure gelöst, die Lösung eventuell noch umkrystallisirt.

Prüfung auf Lithium. In der zweiten Abhandlung (Jahrbuch 1886 l. c.) zieht der Verf. die in der ersten Abhandlung (Jahrbuch 1885 l. c.) vorgeschlagene Methode als nicht zuverlässig zurück und empfiehlt die von Herrn Haushofer*) angegebene Reaction. Man setzt danach phosphorsaures Natrium in der Wärme der Lithium-Lösung zu und erhält beim Erkalten charakteristisch geformte Kryställchen.

Prüfung auf Calcium und Strontium. Verdünnte Schwefelsäure giebt mit Calcium bekanntlich Gypsnadeln, die auch bei Anwesenheit von Barium und Strontium leicht erkennbar sind. Eine concentrirte Lösung von Oxalsäure giebt in der Kälte nach einiger Zeit gut erkennbare Oktaëderchen, die wohl einem sauren Kalksalze angehören, daneben aber anisotrope rhombische Täfelchen mit 25° Auslöschungsschiefe; beim Fällen in der Hitze entstehen rhombische Täfelchen von geringer Auslöschungsschiefe. [Whewellit? Der Ref.]

Strontium reagirt mit Oxalsäure wie Calcium. Beide neben einander behandelt man also mit verdünnter Schwefelsäure, rhombische Cölestin-Kryställchen scheiden sich neben Gypsnadeln aus.

Strontium- und Calcium-Verbindungen geben mit normalem weinsaurem Kalium schön krystallisirte schwer lösliche Verbindungen, doch in Form und Zusammensetzung schwankend.

Mit Brechweinstein erhält man einen krystallinischen Niederschlag von weinsaurem Antimonyl-Strontium, aber keine Calciumreaction.

Prüfung auf Barium. Bringt man einen Tropfen verdünnter Chlorbariumlösung in der Wärme mit einem Tropfen Ferrocyankalium zusammen, so scheiden sich beim Abkühlen hellgelbe Rhomboëder von Ferrocyanbarium-Kalium aus.

Concentrirte Oxalsäure mit Chlorbarium giebt in der Kälte beim Verdunsten nadelförmige und spiessige, monosymmetrische Krystalle. Brechweinstein mit neutraler Bariumlösung bei höherer Temperatur vereinigt, giebt beim Erkalten einen krystallinischen Niederschlag von weinsaurem Antimonyl-Barium.

Normales weinsaures Kalium in der Hitze mit Bariumlösung vereinigt, giebt beim Erkalten kreisrunde Körnchen von weinsaurem Barium, die zwischen gekreuzten Nicols das schwarze Kreuz der Sphärolithe zeigen.

Prüfung auf Magnesium. Die besten Krystalle von phosphorsaurem Magnesium-Ammonium erhält man, wenn dem phosphorsauren Natrium etwas Ammoniak hinzugefügt, die zu untersuchende Lösung mit Salmiak versetzt wird

*) Mikroskopische Reactionen. Sitzungsber. bayr. Akad. 6. Dec. 1884, 590. Referirt in dieser Zeitschr. **11**, 166.

und die Tropfen beider Lösungen neben einander auf 100° erwärmt, dann vereinigt und langsam erkalten gelassen werden.

Prüfung auf Aluminium. Ein kleines Körnchen sauren schwefelsauren Kaliums an den Rand des zu untersuchenden Tropfens gelegt, veranlasst die Bildung von Alaunkrystallen, welche zwischen gekreuzten Nicols auf den Oktaëderflächen die grau und weiss gefärbten Sectoren zeigen. Unter Umständen muss man bei 100° etwas eindampfen und erkalten lassen. Cäsiumalaun ist noch schwerer löslich, also saures schwefelsaures Cäsium ein noch empfindlicheres Reagens; Fällung bei 100° und Abkühlen.

Prüfung auf Silber und Chlor. Der Niederschlag von Chlorsilber in Ammoniak gelöst, zeigt nach dem Verdunsten Kryställchen (100)$\infty O \infty$, (111)O. Man kann aber auch die in Salpetersäure gelöste Substanz mit einem Tropfen Salzsäure fällen und in der Wärme in einem zweiten Tropfen Salzsäure wieder lösen. Beim Verdunsten schöne Krystalle von Chlorsilber, meist Oktaëder.

Prüfung auf Selen. Substanz in Salpetersäure gelöst, auf dem Objectträger zuerst für sich, dann mit Salzsäure zur Trockne gedampft, mit mehreren Tropfen möglichst concentrirter wässeriger Lösung von schwefliger Säure versetzt und mehrere Stunden lang bedeckt stehen gelassen; verdunstende Flüssigkeit zeitweise durch schweflige Säure ersetzt. Das Selen scheidet sich in undurchsichtigen feinen Körnchen ab, im reflectirten Licht hell röthlichbraun.

Prüfung auf Schwefel. Die mit Salpetersäure behandelte Substanz giebt mit Chlorcalcium Gypsnadeln. Schwefelsäure-haltige Substanz giebt mit Chlorcäsium und Chloraluminium Cäsium-Alaun.

Prüfung auf Arsen. Zur Arsensäure-Lösung Ammoniak zugefügt, in einem Tropfen daneben ammoniakalische Magnesium-Lösung, heiss vereinigt. Beim Erkalten rhombische Kryställchen, charakteristisch die Form von gleichschenkligen Dreiecken oder von Trapezen, dem Hemimorphismus entsprechend. Wenn erst die Oxydation zu Arsensäure mit Salpetersäure erfolgen muss, ist die Gegenwart von Chlorverbindungen zu meiden, da Chlorarsen sehr flüchtig.

Prüfung auf Antimon. Zu sicherem Nachweis muss Antimon in kleinen Mengen zu Antimonoxyd verwandelt werden, und zwar am besten zunächst in Schwefelantimon und dann in salzsaure Antimonoxydlösung. Zum eingedampften Antimonoxyd wird in der Wärme ein Tropfen normales weinsaures Barium zugesetzt (erhalten durch Fällen von Chlorbarium mit normal weinsaurem Barium, suspendirt in Wasser, dem sehr wenig Chlorbarium zugefügt ist). Dann scheiden sich leicht erkennbare rhombische Täfelchen von weinsaurem Antimonyl-Barium $Ba(Sb_2O_2)C_8H_8O_{12} + 2H_2O$ aus, Rhombenwinkel 128°, gewöhnlich mit Abstumpfung der scharfen Ecke. Etwas grösser dargestellte Kryställchen zeigten (001)$0P$, gestreift nach der Brachydiagonale, (111)P und ein Brachydoma, wahrscheinlich (013)$\frac{1}{3}\breve{P}\infty$. Die Pyramide gewöhnlich mit monosymmetrischer Ausbildung nach (010). Durch die Basis sieht man (mit der Bertrand'schen Linse) die optischen Axen austreten, in (100). Annähernde Messungen:

$$001 : 111 = 72^\circ 40'$$
$$111 : \bar{1}11 = 116\ 55$$
$$001 : 013 = 28\ 40$$

$$a : b : c = 0,487 : 1 : 1,31.$$

Löst sich bei 20° C. in 243 Theilen Wasser.

Feuerblende und Rittingerit. Unter Anwendung vorstehender Reactionen fand der Verf. in Rittingerit von Joachimsthal Silber, Arsen und Schwefel,

aber kein Selen; ferner in Feuerblende von Chañarcillo Silber, Antimon und Schwefel. Die früher*) vom Verf. untersuchten Kryställchen von Chañarcillo, damals unentschieden, ob Rittingerit oder Feuerblende, wurden jetzt als Rittingerit bestimmt. Wegen der Formähnlichkeit von Rittingerit und Feuerblende hat der Rittingerit vielleicht die Zusammensetzung Ag_3AsS_3 oder $Ag_3As(S,Se)_3$, wenn die Feuerblende Ag_3SbS_3 ist.

Anmerkend theilt der Verf. noch eine von Herrn Kalkhoff unter Leitung des Herrn Will in Berlin ausgeführte Analyse eines Antimon-freien Proustits von Chañarcillo mit:

Ag	64,47
Pb	0,46
Fe	0,34
S	19,17
As	14,98
	99,42

Die zu den mikroskopischen analytischen Methoden des Verf. nöthigen Reagentien und Utensilien können von Apotheker Lommel in Giessen bezogen werden.

Ref.: C. Hintze.

12. R. H. Solly (in Cambridge): **Calcit-Krystalle von Tankerville Mine bei Shelve, Shropshire** (Min. Mag. a. Journ. of the Min. Soc. Gr. Brit. Irel. No. 29, Mai 1885, **6**, 120—123. Read Oct. 21st, 1884). Blasslila Krystalle aus den Llandeilo flags, Combination des herrschenden $(10\bar{1}1)R$ mit $(3\bar{1}\bar{2}1)R3$; Zwillinge nach der Basis, aber die Individuen neben einander gewachsen. Die Rhomboëderflächen matt und angefressen, die Skalenoëderflächen glänzend und glatt.

Ref.: C. Hintze.

13. W. Semmons (in London): **Weitere Mittheilung über Enargit** (Ebenda, No. 29, Mai 1885, **6**, 124—125. Read Oct. 21st, 1884). Die genaueren Fundorte des Enargits von Montana**) sind: die Liquidatior Mine in Silver Bow County, bei Butte City, mit Pyrit, Covellin und Bornit; die Gagnon Mine, hier in Krystallen von $\frac{1}{4}$ Zoll Länge mit silberhaltigem Kupferglanz. Auch in den Parrot- und Colusa-Erzen gefunden, angeblich auch bei Marysville in Lewis und Clark County.

Ref.: C. Hintze.

---

*) Jahrb. für Min., Geol. etc. 1878, 817 und 1879, 547. Referirt in dieser Zeitschr. **4**, 324.

) Min. Mag. etc. Brit. Irel. No. 27, Juli 1884, **6, 49. Referirt in dieser Zeitschr. **10**, 291.



XI. Mittheilungen über ungarische Mineralvorkommen.

Von

A. Schmidt in Budapest*).

(Hierzu Taf. IV.)

1. Hypersthen vom Berge Pokhausz.

Gelegentlich einer Untersuchung der Mineralien der Pyroxengruppe war Prof. Dr. Josef Szabó so gütig, mir einen isolirten Krystall zu übergeben, welcher, dem Anscheine nach ein typischer Augit, prismatisch mit achteckigem Umriss, an den Enden jedoch abgebrochen war. Die Länge betrug durchschnittlich 3—4 mm bei einer Dicke von 1,5 mm, und laut der beigegebenen Etiquette stammte derselbe aus einem grobkörnigen Augit-Andesit aus der Umgegend von Schemnitz, vom Gipfel des Pokhausz-Berges, welcher sich vom Klein Szitna abzweigt.

Die Flächen spiegelten ungenügend, so dass ich Winkelmessungen bloss orientirungshalber vornahm. Die Winkelwerthe stimmten innerhalb der weiten Fehlergrenzen mit den Werthen des Augits überein. Bei Herstellung einer durchsichtigen Platte parallel der auf diese Art geometrisch bestimmten Symmetrieebene hellte sich der Krystall nur langsam auf, ausserdem hinderten viele Magnetit-Einschlüsse, wie auch hin und her verlaufende Quersprünge das Schleifen in hohem Grade. Schliesslich konnte jedoch im Mikroskop merklicher Pleochroismus, sowie auch eine zu der Axe der Prismenzone parallele Auslöschung beobachtet werden, wobei die Farben ähnlich denen der Hypersthenkrystalle von Málnás**) waren. Im Polarisationsinstrument erschien ein zweiaxiges Interferenzbild, Axenebene

*) Aus dem ungarischen Orignal: Természetrajzi Füzetek 1886, **10**, 15, vom Verf. mitgetheilt.

) Siehe auch diese Zeitschr. **10, 210.

normal zur Platte und gleichfalls parallel der Prismenkante, die Axenpunkte selbst vom Mittelpunkte gleich entfernt. Hiernach war es klar, dass ich es mit einem Hypersthen-Krystall zu thun hatte.

Mit dieser Beobachtung kann ich nur die Angabe des Herrn W. Cross bekräftigen, der bekanntlich nicht nur von mehreren typischen Augit-Andesiten Ungarns, sondern auch von ebensolchen einiger anderer Punkte der weiteren Umgegend von Schemnitz angab, dass in diesen Gesteinen der vorwiegende Pyroxen-Bestandtheil Hypersthen sei. Die Sache steht daher bei den sog. Augit-Andesiten heutzutage so, dass die pyroxenischen Bestandtheile derselben nochmals eingehend durchstudirt werden müssen, denn es scheint mir in diesen der Hypersthen eine bisher im Allgemeinen kaum geahnte Rolle zu spielen*).

Das Gestein des Berges Pokhausz ist dicht, grobkörnig und weist in einer dunkleren Grundmasse grössere Krystalle auf; dieselben sind entweder die weissen, wasserklaren Feldspäthe, oder die augitähnlichen Hypersthene. Mit Hypersthen-Krystallen ist das Gestein ganz erfüllt, Augit habe ich hingegen nicht finden können. Einige Hypersthen-Krystalle wiesen auch Terminalflächen auf, und zwar ausser der grossen Basis noch eine flache Pyramide. Dieser Habitus ist bei den aus jüngeren Eruptivgesteinen stammenden Hypersthen-Krystallen ein bisher kaum bekannter**). Zur Bestimmung der Formen habe ich 13 Krystalle gemessen, und hierbei leistete das Fuess'sche Reflexions-Goniometer — Modell Nr. 2 — vorzügliche Dienste, da mit Hülfe des Verkleinerungsfernrohres δ sogar die ganz schlecht spiegelnden Flächen messbar waren. Die Formen der Hypersthenkrystalle von Pokhausz sind die folgenden***):

$$a = (100)\infty\breve{P}\infty \qquad m = (110)\infty P$$
$$b = (010)\infty\bar{P}\infty \qquad n = (210)\infty\breve{P}2$$
$$c = (001)0P \qquad e = (124)\tfrac{1}{2}\bar{P}2.$$

Die Pyramide und Basis waren bei einem jeden am Ende ausgebildeten Krystall vorhanden, das Prisma n habe ich nur ein einziges Mal beobachtet. Taf. IV Fig. 1 zeigt den Habitus dieser Krystalle und Fig. 2 eine gerade Projection desselben auf $0P$. Die verticalen Symmetrie-Ebenen sind gewöhnlich gleich gross ausgebildet, wenn nicht, so ist meistens das Makropinakoid grösser. Die Flächen sind sehr angegriffen, oft fast ganz matt, so dass die Schärfe der Reflexion bei allen Flächen von sehr geringem Grade ist. Die gemessenen und berechneten Werthe sind die nachstehenden, wo-

*) Cf. Judd, Geol. Mag. April 1885, S. 173.

**) Auch Herr Becke hat neuerdings Hypersthen-Krystalle beschrieben — die er auffallender Weise Bronzite benennt — aus den Gesteinen der südlichen Bukowina; die Combination derselben ist sehr ähnlich derjenigen der Krystalle von Pokhausz.

***) S. den Hypersthen von Málnás, l. c.

bei n = Zahl der gemessenen Kanten, $\pm d$ = Mitteldifferenz der einzelnen gemessenen Neigungen, k = die Zahl der gemessenen Krystalle.

	Beobachtet:	n	$\pm d$	k	Berechnet:
$a : m = 100 : 110 =$	$*45^{0}48'$	48	$0^{0}\ 7'$	11	—
$b : e = 010 : 124$	*60 42	4	0 10	2	—
$a : e = 100 : 124$	76 10	6	0 8	1	$76^{0}14'\ 4''$
$a : n = 100 : 210$	27 21 ca.	1	—	1	27 12 38

$$a : b : c = 1{,}028 : 1 : 1{,}167.$$

In optischer Beziehung ist die Orientirung an den drei nach den Symmetrieebenen herausgeschnittenen Lamellen entsprechend der rhombischen Symmetrie und der auffallende Pleochroismus charakterisirt auch diese Krystalle am besten. Auch die Absorption ist nicht gering, und zwar bezogen auf die krystallographischen Axen: $\breve{b} > \overset{|}{c} > \bar{a}$, zwischen $\breve{b}$ und $\overset{|}{c}$ ist dieselbe sehr verschieden, aber merklich, dass $\overset{|}{c} > a$ und $\breve{b} > \bar{a}$ ist recht auffallend. Die Axenfarben sind — an ungleich dicken Platten beobachtet:

$\bar{a}$	$\breve{b}$	$\overset{|}{c}$
gelblichbraun	—	blass lauchgrün
—	nelkenbraun	blass lauchgrün
bräunlichgelb-gelblichbraun	nelkenbraun ins graue	—

Mit Erlaubniss des Herrn Prof. Dr. J. A. Krenner konnte ich mit dessen Bertrand'schem Mikroskop auch den als negativ bestimmten optischen Axenwinkel messen an einer Platte, parallel geschnitten zur Makroendfläche; es ergab sich in Oel und bei gelber Farbe der Werth $71^{0}\,30'$ als Mittel von 6 Einstellungen, mit einer Mitteldifferenz von $51'$. Dieser Axenwinkel ist zwischen den entsprechenden Werthen des Hypersthens von Mont Dore und Aranyer Berg gelegen. Ich kann noch erwähnen, dass an der Lamelle parallel der Brachyendfläche vertical verlaufende Spaltlinien eine Absonderung nach dem Makropinakoid verrathen.

Im Dünnschliffe des Gesteines ist eine dunkelgraue Grundmasse reichlich vorhanden, welche mit kleinen Punkten erfüllt und optisch isotrop ist. Hier und da erblickt man lichter gefärbte Glaspartien. Die Feldspäthe sind gross und beherbergen viele Glas- und Gaseinschlüsse; Orthoklas habe ich nicht gefunden. Die Hypersthen-Durchschnitte, welche durch das optische Verhalten, besonders durch den lebhaften Pleochroismus typisch zu erkennen sind, kommen sehr häufig vor; die Krystalle sind mehr oder weniger rissig und die Risse gewöhnlich durch eine dunklere Substanz erfüllt, die aber optisch mit dem ursprünglichen Krystall selbst einheitlich ist und auch keine Structur besitzt. Magnetit ist nicht nur

reichlich in den Hypersthen-Krystallen, sondern kleinere und grössere Krystalle sind im ganzen Dünnschliff zerstreut. Schliesslich enthalten sowohl die Hypersthene wie auch die Plagioklase wasserklare, längliche Mikrolithe; einige Krystallbruchstücke können als Amphibol betrachtet werden.

Der Pokhausz-Berg selbst ist in der Umgegend von Schemnitz einer der südlichsten Punkte des Augitandesin-Terrains, wie dies aus der neuesten geologischen Karte von Schemnitz und dessen Umgebung ersehen werden kann*). Da dies Gestein selbst von solcher Zusammensetzung ist, dass es in seiner Art als typischer Hypersthen-Andesit benannt werden kann, habe ich es nicht für überflüssig gehalten, auch die übrigen »Augit-Andesite«**) dieser Umgegend zum Theil zu untersuchen, um mir ein Bild über die Verbreitung des Hypersthens zu verschaffen. In dieser Beziehung bin ich dem Herrn Prof. Dr. Josef Szabó zu grossem Danke verpflichtet, der mir die sämmtlichen Dünnschliffe der fraglichen Gesteine des diesbezüglichen ganzen Terrains zur Verfügung gestellt hat. Es soll jedoch bemerkt werden, dass, da bei petrographischen Untersuchungen die Studien im Laboratorium nur ein unvollständiges Resultat zu geben vermögen, welches nur durch die geologische Untersuchung im Terrain selbst ergänzt werden kann, meine Absicht bloss war, den pyroxenischen Gemengtheil dieser Gesteine zu revidiren und dadurch die Hypersthen-haltigen zu erkennen. Durch die Untersuchung der von verschiedenen Punkten stammenden, im Ganzen 71 Dünnschliffe, habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass in 48 % derselben der Hypersthen sicher vorhanden ist, in 35 % mit grosser Wahrscheinlichkeit vorkommt, nur in 17 % konnte ich denselben nicht mit Bestimmtheit auffinden. Aus der Vertheilung der einzelnen Punkte auf der Karte ergiebt sich, dass höchst wahrscheinlich die Hypersthen enthaltenden Andesite auf diesem ganzen grossen Terrain verbreitet sind.

2. Grasgrüner Augit von Kremnitz.

Das Gestein, aus dem die untersuchten kleinen, licht grasgrün gefärbten Krystalle stammen, ist ein mittelkörniger Amphibol-Andesit vom Sohlergrund bei der Sägemühle in der Nähe von Kremnitz, und wurde mir behufs der Untersuchung von Herrn Prof. Dr. Josef Szabó übergeben.

Die darin enthaltenen Augite sind entweder charakteristisch achteckig (Taf. IV, Fig. 3) oder aber tafelförmig nach der Symmetrieebene (Fig. 4). Die Flächen sind rauh und angegriffen, so dass die Neigungen

---

*) Dr. Josef Szabó, Mathem. és term. tud. Értesitö, **3**, S. 153.

) Dr. Josef Szabó (Értek. a term. tud. kör. Kiadja a m. tud. Akad., **15, No. 3) benutzt schon die besser entsprechende Benennung »Pyroxenandesit« (»Pyroxentrachit« Szabó).

nur mit Hülfe des Verkleinerungsfernrohres annähernd bestimmt werden konnten. Die prismatischen Krystalle sind gebildet von: $a = (100)\infty P\infty$, $b = (010)\infty P\infty$ als schmälere Flächen, $m = (110)\infty P$ gewöhnlich etwas breiter als die vorigen; als grösst entwickelte Endfläche erscheint $s = (\bar{1}11)P$, untergeordnet hingegen wahrscheinlich noch die Formen $o = (\bar{2}21)2P$, $c = (001)0P$ und $z = (021)2P\infty$; sämmtliche aufgezählten Gestalten sind in Fig. 5 auf eine zur Prismenzone normale Ebene gerade projicirt wiedergegeben. Bei den tafeligen Krystallen ist die Symmetrieebene vorherrschend ausgebildet, begrenzt durch die schmäleren Flächenpaare von $m = (110)\infty P$ und $s = (\bar{1}11)P$. Ich bemerke noch, dass zur Orientirung dieser Krystalle die optischen Verhältnisse einer zu $a = (100)\infty P\infty$ parallel hergestellten Platte gedient haben. Von den Winkelwerthen kann ich erwähnen:

$$m : m' = (110):(1\bar{1}0) = 92^0 55' \text{ ca.}$$
$$b : s = (010):(\bar{1}11) \quad 61\ 41 \text{ ca.}$$

Zwillinge kommen häufig vor, nach dem gewöhnlichen Augit-Gesetz; Zwillingsfläche $a = (100)\infty P\infty$; bei diesen Krystallen ist meistens das stumpfe Ende ausgebildet (Fig. 6); das einspringende Ende habe ich bloss an einigen an beiden Enden ausgebildeten Krystallen beobachtet.

Die Bestimmung der Lage der optischen Hauptschwingungsrichtungen habe ich an einer aus einem solchen Zwilling parallel $b = (010)\infty P\infty$ geschnittenen Lamelle, also nach dem bekannten Verfahren von Sénarmont, ausgeführt. Die Neigung der ersten Mittellinie zur verticalen Axe im stumpfen inneren Winkel der geometrischen Axen beträgt $40^0 38'$ im *Na*-Licht, als Mittel von vier Einzelbestimmungen, mit einer Mitteldifferenz von $31'$. Die Grösse des optischen Axenwinkels — gemessen an zwei Platten, normal zu den betreffenden Mittellinien geschnitten — ist: $2E_a = 108^0 39'$ (8 Einzelbest., $24'$ Mitteldiff.), $2H_a = 67^0 9'$ (6 Best., $24'$ Mitteldiff.), beides im *Na*-Licht; der stumpfe Winkel konnte nicht einmal in Oel gemessen werden. Charakter der ersten Mittellinie: positiv. Pleochroismus und Absorption gering.

Mit Bezug auf die helle grasgrüne Farbe, welche bei diesen aus jüngeren Gesteinen stammenden Pyroxenen nicht häufig ist, habe ich Herrn Josef Loczka ersucht, den Al_2O_3-Gehalt dieses Pyroxens zu prüfen, da wegen Mangel an Material von einer vollständigen Analyse vorläufig abgesehen werden musste. Herr Loczka hat, wie ich vermuthete, in der ca. 1 dg betragenden Probe nur wenig Al_2O_3 gefunden.

3. Mineralien vom Zipser Comitat in Ober-Ungarn.

Ich habe im Jahre 1885 den südlichen Theil des Zipser Comitates besucht und zunächst am Bergrevier Bindt (Eigenthum des Erzherzog Albrecht) die nachstehenden Mineralien gesammelt.

a) Arsenkies.

Dies Mineral hat man nur ein einziges Mal in geringer Menge auf der Bindt gefunden, und das Vorkommen war, als Chloanthit bezeichnet, auch auf der Budapester Landes-Industrie-Ausstellung im Jahre 1885 ausgestellt. In der Fachsitzung der ungarischen geologischen Gesellschaft vom 4. Febr. 1880 hat zuerst Herr Dr. Josef Alexander Krenner dies Vorkommen als Arsenkies aufgeführt. Auf der Stufe, die ich mitbrachte, sind die Arsenkieskrystalle in einer graulichen, harten, talkig-thonigen Masse eingebettet, welche von Quarz-Adern und -Knoten durchzogen ist. Beim Zerschlagen fallen die Krystalle von Arsenkies leicht heraus, aber die grösseren zerspringen auch leicht und scheinen manchmal nach dem Prisma zu spalten. Die Krystalle sind im Allgemeinen gross, manchmal in der Richtung der grössten Dimension 1,5 cm übertreffend. Gewöhnlich sind mehr oder weniger parallel mehrere Krystalle zusammengewachsen, welcher Umstand die genauere Messung der Neigungen sehr verhindert. Nach der gewöhnlichen Stellung*) sind dieselben domatisch verlängert nach der Brachyaxe. Die beobachteten Formen, der Grösse nach in abnehmender Reihenfolge geordnet, sind:

$$n = (012)\tfrac{1}{2}\breve{P}\infty,\quad m = (110)\infty P,\quad d = (101)\bar{P}\infty,\quad q = (011)\breve{P}\infty.$$

Die gemessenen Neigungen konnten nur zur Orientirung benutzt werden.

$m : m' = 110 : 1\bar{1}0$	$=$	$66^0 13' - 68^0 48'$	an 4	Kryst.
$d : d' = 101 : 10\bar{1}$		$57 \; 14$	- 1	-
$n : \underline{n}' = 012 : 01\bar{2}$		$119 \; 47 - 120 \; 35$	- 2	-
$q : q' = 011 : 01\bar{1}$		$81 \; 51 - 82 \; 55$	- 1	-
$m : d = 110 : 101$		$43 \; 49$	- 1	-

Taf. IV Fig. 7 zeigt das Bild dieser Krystalle. Die Flächen von m und d sind relativ glatt, jedoch die Spiegelung dem nicht entsprechend; die grösste Form, n, ist charakteristisch gestreift parallel der Brachyaxe. Auch Zwillinge der bekannten beiden Arten habe ich gefunden. Der eine, nach $m = (110)\infty P$, ist so ausgebildet, dass die Verwachsung in einer zu (110) normalen Ebene geschah, und daher eine herzförmige Gestalt entstand; Fig. 8 zeigt diesen Zwilling fast in natürlicher Grösse und stellt auch die

*) Arzruni, diese Zeitschr. 2, 430.

charakteristische Streifung des Brachydoma dar. Der zweite Zwilling ist nach $d = (101)\bar{P}\infty$ gebildet; Fig. 9 zeigt denselben auch fast in natürlicher Grösse.

Die chemische Zusammensetzung dieses Arsenkieses hat auf meinen Wunsch Herr Josef Loczka ermittelt; aus dessen Analyse*) folgt, dass der Arsenkies von der Bindt ziemlich gut der Formel $FeAsS$ entspricht. Spec. Gew. = 6,0896, Mittel aus drei Bestimmungen nach Loczka. Schliesslich kann ich erwähnen, dass in Gesellschaft von Arsenkies erbsengelbe Siderit-Blättchen erscheinen.

b) Turmalin.

Am Contact zwischen grossblätterigem, weissem Calcit und dunkel erbsengelbem Siderit erscheint graulicher Quarz, in welchem dünne, lange Turmalinkrystalle eingewachsen sind. Die Turmaline sind anscheinend schwarz, die Nadeln bis 2 cm lang und in divergirenden Bündeln den Quarz und Kalkspath durchwachsend. Man erhält meistens Bruchstücke, so dass ich nur in sehr seltenen Fällen die von $R(10\bar{1}1)$ gebildete Endigung dieser Krystalle bestimmen konnte. Das Prisma ist durch $s = (11\bar{2}0)\infty P2$ gebildet, dessen Flächen parallel der Hauptaxe gestreift sind; auch die sehr glänzenden Rhomboëderflächen sind nicht glatt ausgebildet. Gemessen wurde:

		n
$s : s'$	$= 60^\circ 17'$	12
$R : R'$	$= 47\ 22$	8

Am grauen Quarz habe ich einmal die gewöhnliche Combination wahrgenommen; im Siderit kommen ferner wasserklare, an beiden Enden ausgebildete Quarzkryställchen vor.

c) Calcit.

Der von härterem Thon überzogene Calcit ist von weisser Farbe und meistens als $R3.\varkappa(21\bar{3}1)$ ausgebildet, an dessen Polen noch die charakteristisch gestreiften, jedoch sehr glänzenden Flächen von $-\frac{1}{2}R.\varkappa(01\bar{1}2)$ erscheinen. Die Flächen von $R3$ sind matt, so dass nur grössere Krystalle und auch nur mit Hülfe des Anlegegoniometers gemessen werden konnten. Es erscheint noch an diesen Krystallen je ein sehr stumpfes und steiles negatives Skalenoëder, jedoch so gekrümmt, dass die Axenschnitte mit Sicherheit nicht eruirt werden konnten. $R3$ kommt auch hier und da an beiden Polen ausgebildet vor.

*) S. diese Zeitschr. **11**, 269.

d) Sphalerit.

Dunkel erbsengelber Siderit ist die Grundlage, worauf der Sphalerit sich abgesetzt hat. Die grösseren rhomboëdrischen Siderit-Krystalle sind an der Oberfläche verwittert, blättern zu kleinen Lamellen auf und hier und da erblickt man kleine linsenförmige Siderit-Krystalle, welche anscheinend neueren Ursprunges sind. Der Siderit ist übrigens mit einer dunkel bräunlichgelben Kruste überzogen, welche weich und leicht wegzunehmen ist (Eisenoxydhydrat nach Prüfung des Herrn Loczka); endlich sind auch kleine wasserklare Quarz-Krystalle auf den Siderit aufgelagert. Der Sphalerit ist in einzelnen Krystallen auf dem Siderit zerstreut, entweder unter oder über der genannten Kruste. Der grösste Krystall besitzt eine max. Grösse von 4—5 mm; die grösseren sind dunkelbraun, die kleineren bräunlichroth gefärbt. Die Krystalle sind meistens einfach und weisen die Formen $(101)\infty O$, $\varkappa(311)\frac{3O3}{2}$ auf, mit vorherrschenden ∞O; die Spiegelung der Flächen ist gering.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(311):(101) =$	$31^0 24'$	$31^0 28' 56''$.

Die Flächen von $\varkappa(311)$ sind, wie gewöhnlich bei der Zinkblende, gekrümmt.

e) Sonstige Mineralien von der Bindt.

Chalkopyrit: in derben Stücken, mit Quarz- und Siderit-Einschlüssen. Fahlerz: derb, graulichschwarz, mit Quarz, Chalkopyrit, Siderit; nach Herrn Loczka besonders *Sb*-haltig, mit vielem *Cu*, wenig *Fe* und geringer Menge *Zn*. Eisenglimmer: in grossen Stücken, grossblätterig, und auch feinschuppig, mit Quarz und Chalkopyrit. Auch der sog. »Glaskopf« ist in schönen Exemplaren vorhanden. Quarz: in grösseren, weissen Krystallen, gewöhnlich stellenweise von Eisenglimmer bedeckt, so dass die Oberfläche der Krystalle rosenfarbig erscheint; der Eisenglimmer ist übrigens auch auf dem den Quarz begleitenden Siderit aufgelagert. Die grossen weissen Quarzkrystalle sind eigenthümlich zerrissen, zerspaltet, aber die Spaltrisse wurden durch neuere Quarzsubstanz in kleinen wasserhellen Krystallen theilweise ausgefüllt; man bemerkt manchmal, dass die abgebrochenen Enden grösserer Krystalle durch spätere Ablagerungen so bedeckt sind, dass das abgebrochene Ende einheitlich weiterwachsend wie geheilt erscheint. Die Krystallgruppen sind zwar fest aneinander gewachsen, jedoch die Zeichen der vielfachen Zerspaltungen sehr augenfällig. Eisenblüthe: auf einer thonigen, kleinkörnigen Breccie als schöne weisse Kruste. Siderit: erbsengelbe Stufen, auf der Oberfläche bräunlichgelbe, glänzende kleinere Rhomboëder mit $0R$, in Gesellschaft von weissem Quarz, Eisenglimmer und Chalkopyrit.

Sehr hübsch sind schliesslich die Stufen mit Rutschflächen von der Bindt. Ich habe zwei Stücke gesammelt, von welchen das eine aus Siderit besteht, mit einer grossen, gelblichbraunen, spiegelartig glänzenden Rutschfläche; das zweite ist gleichfalls Siderit, jedoch schon theilweise verwittert, mit licht erbsengelben Rutschflächen.

Wie hieraus ersichtlich, ist das Eisenerzterrain von der Bindt mehrfach interessant in mineralogischer Hinsicht. Die Fachliteratur weist jedoch diesbezügliche Daten sehr spärlich auf, so dass als Neuigkeit A. v. Groddeck's vor Kurzem publicirte Arbeit »Ueber die Gesteine der Bindt in Ober-Ungarn«*) erwähnt werden mag, worin unter Anderem auch werthvolle montangeologische Beziehungen zu finden sind.

Klein-Hnilecz.

Das Bergbauterrain Klein-Hnilecz ist in der Nähe von der Bindt, und zwar südlich von derselben gelegen. Die hier gesammelten Mineralien sind die folgenden.

a) Baryt (Wolnyn).

Dieser ist in den Höhlungen einer Limonitstufe in schönen, durchschnittlich 1 cm langen, wasserklaren Krystallen vorhanden. Das Vorkommen ist demjenigen von Rosenau (Betlér) sehr ähnlich, stammt jedoch nach Herrn Bergverwalter Paul Rakus' Angabe sicherlich aus den Eisengruben des Klein-Hnilecz, wo es aber nur ein einziges Mal gefunden wurde.

Ich habe diese Krystalle näher untersucht und gefunden, dass nach dem allgemeinen Habitus dieselben zwar den Krystallen von Rosenau sehr ähnlich sind, die Combinationen aber mehrfach abweichen, so dass die Fundstelle dieser Krystalle auch deshalb Klein-Hnilecz sein mag.

Die Flächen spiegeln sehr gut, sind im Allgemeinen ganz glatt, nur manchmal sind die Prismen durch Repetition gestreift. Die nachstehenden Formen habe ich beobachtet:

$a = (100)\infty\bar{P}\infty$	$o = (011)\breve{P}\infty$
$b = (010)\infty\breve{P}\infty$	$G = (013)\frac{1}{3}\breve{P}\infty$
$c = (001)0P$	$*S = (014)\frac{1}{4}\breve{P}\infty$
$\lambda = (210)\infty\bar{P}2$	$z = (111)P$
$m = (110)\infty P$	$R = (223)\frac{2}{3}P$
$N = (230)\infty\breve{P}\frac{3}{2}$	$f = (113)\frac{1}{3}P$
$n = (120)\infty\breve{P}2$	$q = (114)\frac{1}{4}P$
$k = (130)\infty\breve{P}3$	$y = (122)\breve{P}2.$
$d = (102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$	

*) Jahrb. d. k. k. geol. R.-A. Wien. Jahrg. 1885, S. 663.

Die angenommene Stellung ist die Miller'sche. Die aufgeführten Formen sind mit Ausnahme von $S = (014)\frac{1}{4}\breve{P}\infty$ schon längst bekannt, die genannte ist aber meines Wissens eine neue Form. Auch $G = (013)\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ ist sehr selten, denn dieselbe hat nicht lange vorher Herr H. A. Miers*) an den wahrscheinlich von Wolfstein in der Pfalz stammenden Wolnynkrystallen mit Hülfe der Zonen bestimmt.

Ausser den aufgezählten Formen fand ich noch drei Pyramiden, jedoch konnten die Axenschnitte der unvollständigen Ausbildung halber nicht mit Sicherheit eruirt werden. Diese sind: eine steilere Pyramide in der Hauptreihe [etwa $(332)\frac{3}{2}P$, $110 : 332 =$ ca. 16^0 beob., $17^0 46' 53''$ ber.] und zwei Brachypyramiden: $(455)\breve{P}\frac{5}{4}$ und $(3.4.10)\frac{2}{5}\breve{P}\frac{4}{3}$?. Die erstere ist in der Zone [111 : 011], die letztere hingegen in [113 : 011] gelegen, und die diesbezüglichen Winkelwerthe sind:

	Beobachtet:	Berechnet:
(111) : (455)	$= 6^0 20'$ ca.	$5^0 45' 30''$
(011) : (3.4.10)	$=$ 32 21 ca.	33 33 55

Von den einzelnen Combinationen, die Formen ihrer Grösse nach in abnehmender Reihenfolge geordnet, kann ich erwähnen: λ, m, z, f, o, c, d, q, R, y, n, b, k, G, a und die erwähnten drei unsicheren Pyramiden; λ, m, c, z, a, f, o, d, b, G, y, (332) und (455); λ, z, m, d, b, f, q, o, k, c, N, a, y. Der Habitus der Krystalle ist im Allgemeinen dem der Wolnyne von Rosenau (Betlér) ähnlich; als bezeichnend kann vielleicht erwähnt werden, dass die verticalen Symmetrieebenen gewöhnlich sehr schmal ausgebildet sind. Taf. IV Fig. 10 zeigt den Habitus dieser Krystalle mit den gewöhnlichen Formen (b, m, λ, d, o, c, z, f, q), Fig. 11 hingegen ist die gewöhnliche Projection auf $0P$ der sämmtlichen aufgeführten Formen. In der nachfolgenden Tabelle bedeutet n die Anzahl der gemessenen Kanten, $d\pm$ ist die Mitteldifferenz der einzelnen gemessenen Winkel vom Mittel selbst, k schliesslich entspricht der Anzahl der gemessenen Krystalle. Betreffs der Berechnung kann ich auf meine Arbeit: »Die Wolnyne von Krasznahorkaváralja«**) verweisen.

		Beobachtet:	n	$d\pm$	k	Berechnet:
$m : m^1$	$= 110 : 1\bar{1}0$	$= 78^0 19'$	6	$0^0\ 2'$	2	$78^0 23' 56''$
$\lambda : \lambda^1$	$= 210 : 2\bar{1}0$	44 15	6	0 1	2	44 22 10
$b : k$	$= 010 : 130$	22 14	7	0 1	2	22 13 50
$b : N$	$= 010 : 230$	39 38 ca.	1	—	1	39 15 49
$m : z$	$= 110 : 111$	25 41	18	0 2	4	25 41 25
$m : R$	$= 110 : 223$	35 47 ca.	1	—	1	35 48 50
$m : f$	$= 110 : 113$	55 19	13	0 1	4	55 16 53

*) Siehe diese Zeitschr. **6**, 600.

) Természetrajzi Füzetek, **3, 174.

	Beobachtet:	n	$d\pm$	k	Berechnet:
$m:q$ = 110 : 111 =	62° 31′	3	0° 3′	2	62° 32′ 23″
$c:o$ = 001 : 011	52 40	4	0 1	2	52 43 25
$c:G$ = 001 : 013	23 16 ca.	2	0 16	2	23 39 1
$c:S$ = 001 : 014	18 30 ca.	1	—	1	18 10 59
$c:d$ = 001 : 102	38 52	4	0 1	2	38 51 0
$o:z$ = 011 : 111	44 19	15	0 1	4	44 17 40
$o:f$ = 011 : 113	38 21	2	—	1	38 20 51
$d:f$ = 102 : 113	23 29	2	0 2	1	23 30 32
$d:z$ = 102 : 111	39 8	2	0 3	1	39 8 3
$o:n$ = 011 : 120	46 52 ca.	2	—	1	47 16 57
$z:y$ = 111 : 122	18 24	2	0 6	1	18 17 23
$\lambda:z$ = 210 : 111	30 29	1	—	1	30 29 28
$z:f^3$ = 111 : $\bar{1}$13	75 23	1	—	1	75 20 17
$q:q^3$ = 114 : $\bar{1}$14	41 55	1	—	1	41 52 32
$f:f^3$ = 113 : $\bar{1}$13	52 24	1	—	1	52 22 58
$f:G$ = 113 : 013	26 12 ca.	1	—	1	26 11 29
$d:q$ = 102 : 114	23 44	1	—	1	23 45 53
$d:m^3$ = 102 : $\bar{1}$10	119 7	1	—	1	119 5 8
$d:y^3$ = 102 : $\bar{1}$22	81 25 ca.	1	—	1	81 26 14

Von den begleitenden Mineralien kann ich ausser dem Brauneisenstein noch den Quarz und ein gelbliches, sehr weiches, verwitternd erscheinendes glimmerähnliches Mineral erwähnen, welche auch für das Rosenauer Vorkommen bezeichnend sind.

b) Aragonit.

Auf einem lichtgefärbten Siderit, und zwar auf dessen verwitterter rothbrauner Oberfläche, sitzen die spiessigen Aragonit-Krystalle in kleinen radialen Klumpen. Die Krystalle sind im Durchschnitt 1 cm lang, wasserklar und mehrfach zusammengewachsen. Ich habe ein kaum 1,25 mm langes und 0,33 mm dickes Krystallbruchstück gemessen, an welchem auch die Terminalflächen ausgebildet waren. Mit Hülfe des Mikroskops habe ich die Ueberzeugung gewonnen, dass auch dieses anscheinend einfache Kryställchen eine Zwillingslamelle enthält. Theils dieser Umstand, theils die gestörte, einigermassen gegliederte Oberfläche der Seiten hat die Messungen unangenehmer Weise beeinflusst. Das Kryställchen (Taf. IV Fig. 12) zeigte die nachstehenden Formen:

$$k = (011)\breve{P}\infty$$
$$x = (012)\tfrac{1}{2}\breve{P}\infty$$
$$\vartheta = (0.14.1)14\breve{P}\infty$$
$$\delta = (14.14.1)14P.$$

Am Ende herrschen die Flächen von k, welche sehr glänzend ausgebildet sind; x war nur als ein schmaler Streifen vorhanden. Das Zonenverhältniss der Formen ϑ und δ konnte gut bestimmt werden. Diese zwei steilen Formen wurden zuerst von V. von Zepharovich aufgeführt bei den Krystallen von Lölling-Hüttenberg*). Die Messungen ergaben:

			Beobachtet:	Berechnet:
$k : k'$	$= 011$	$: 0\bar{1}1$	$= 71^0 30'$	$71^0 34'\ 0''$
$k : x$	$= 011$	$: 012$	16 19 ca.	15 57 53
$k : \vartheta$	$= 011$	$: 0.14.1$	48 39	48 33 26
$\vartheta : \delta$	$= 0.14.1$	$: 14.14.1$	57 35 (Mittel)	57 57 27
$\delta : \delta'$	$= 14.14.1$	$: 14.\bar{1}\bar{4}.1$	64 18 (Mittel)	63 44 8
$k : \delta$	$= 011$	$: 14.14.1$	68 31 — $72^0 12'$	69 26 32

Bei der Berechnung habe ich die Grundwerthe von Miller**) benutzt, welche auch v. Zepharovich angewendet hat.

c) Sonstige Mineralien von Klein-Hnilecz.

Quarz: auf Limonit aufgelagerte graue Krystalle, welche in radialen Klumpen längs der Hauptaxe verlängert und dicht nebeneinander gewachsen sind. Pyrit: grosse, halb verwitterte Krystalle $\left[\frac{\infty O 2}{2}\right]$, mit spärlichem, winzigem, weissem, wasserklarem Quarz.

Baryt. Gruppe von mittelgrossen (5—8 mm max. breiten, 2—5 mm dicken) Krystallen, welche weiss gefärbt, hier und da an der Oberfläche gelblich sind. Die Krystalle sind nur an einigen Enden durchsichtig und wasserklar, grösstentheils sind sie undurchsichtig, milchweiss. Nach der Miller'schen Stellung sind dieselben dicktafelig nach $0P$ und besitzen die gewöhnliche Barytcombination. Am grössten ist $c = (001)0P$ mit glatter Oberfläche ausgebildet; nach diesen sind die Flächen von $m = (110)\infty P$ zu erwähnen, deren Oberflächen zwar glänzend, jedoch in horizontaler Richtung eigenthümlich gerieft sind, als wenn ein Lösungsmittel der Basis entsprechende Spaltlinien ausgeätzt hätte. Es erscheinen noch: $d = (012)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $l = (014)\frac{1}{4}\bar{P}\infty$ und $o = (011)\breve{P}\infty$, von welchen d am besten ausgebildet ist. Als matte Fläche erscheint noch $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, in Spuren an einigen Krystallen schliesslich $z = (111)P$ und $r = (112)\frac{1}{2}P$. Alle diese Formen — mit Ausnahme von r — sind auf Taf. IV Fig. 13 dargestellt. Die Krystalle sind charakteristisch mehrfach zusammengewachsen, so dass durch diese Repetitionen die Messungen stark beeinflusst werden. Die nachstehenden Winkelwerthe dienten daher lediglich zur Bestimmung der aufgeführten Formen.

---

*) Sitzungsber. d. kais. Akad. der Wiss. Wien. **71**, 1. Abth., S. 264.

**) Mineralogy, S. 567.

		Beobachtet:	Berechnet*):
$d : l$	$= 102 : 104 =$	16°32′	16°54′50″
$c : o$	$= 001 : 011$	52 42	52 43 25
$b : o$	$= 010 : 011$	37 20	37 16 35
$b : m$	$= 010 : 110$	50 51	50 48 2
$m : o$	$= 110 : 011$	59 45	59 48 25
$c : r$	$= 001 : 112$	46 55 ca.	46 6 22
$c : z$	$= 001 : 111$	64 10	64 18 35

Kotterbach.

Von diesem bekannten Bergort habe ich die nachstehenden Mineralien gesammelt.

a) Calcit.

v. Zepharovich**) erwähnt, dass in Kotterbach als Seltenheit hübsche Calcitkrystalle auf Quarzdrusen gefunden wurden. In neuerer Zeit scheint jedoch der Calcit in Kotterbach häufiger vorzukommen, in auf erbsengelbem Siderit aufgelagerten, in mehrfacher Beziehung interessanten Krystallen. Auf der Landes-Industrie-Ausstellung in Budapest (1885) war auch dieses Vorkommen repräsentirt. An den Stufen, welche ich für das ungarische National-Museum erwarb, sind zwei Calcitgenerationen ausgebildet. Die ersten Krystalle waren sehr einfach (Taf. IV Fig. 14), nämlich Combinationen des vorherrschenden $R3.x(21\bar{3}1)$ mit den mittelgrossen Flächen von $R(10\bar{1}1)$.

Diese Krystalle wurden von winzigen Pyritkrystallen überzogen, welche Kruste jedoch leicht zu entfernen ist. Kohlensaurer Kalk wurde später neuerdings abgelagert, und zwar in Calcitkrystallen, welche andere, complicirtere Formen besitzen (Taf. IV Fig. 15), jedoch mit den ersten Krystallen ganz gleich orientirt aufsitzen. Auf der Oberfläche der Stufen erblickt man daher überall die Kalkspathkrystalle dieser zweiten Bildung, in welchen die Pyritkruste den eingeschlossenen Kern gut erkennen lässt. Die Spaltung geht einheitlich durch beide Krystalle; man trifft auch mit Pyrit incrustirte Krystalle allein, welche jedoch auf der Spitze die ganz kleinen Calcite der zweiten Generation aufsitzend tragen. Fig. 16 ist das Bild eines solchen abgespaltenen Krystalles, mit Weglassung der Pyritkruste.

Dieser Fall ist nur ein weiteres Beispiel für die beim Calcit längst bekannte Thatsache, dass die Nebenbedingungen den Habitus sehr stark zu beeinflussen pflegen. Bei dem Kotterbacher Calcit sind bei Ablagerung der zweiten Generation die schon vorhandenen einfachen ($R3.R$) Krystalle zwar

*) L. c.

**) Mineralogisches Lexicon, 2, 1873, S. 84.

einheitlich weitergewachsen, aber der neue Habitus wurde sehr steil skalenoëdrisch, mehr prismenartig mit einer Endigung von vorherrschenden negativen Rhomboëdern. Fig. 15 zeigt diese neueren Krystalle, bei welcher ich jedoch statt der sehr steilen und gekrümmten Formen das Prisma ∞R construirt habe, als die Grenzgestalt dieser Formen. Es ist aus der Figur ersichtlich, dass am Ende die Flächen von $-\frac{1}{2}R.\varkappa(01\bar{1}2).g$ vorhanden sind, dicht gestreift nach der charakteristischen Richtung, d. h. nach den entsprechenden Zonen der Skalenoëder des ersten positiven Rhomboëders. Es scheint sogar durch diese dichte Streifung, als wenn die Flächen von $-\frac{1}{2}R$ sich eigentlich in ein vicinales negatives Skalenoëder auflösen sollten, denn die Combinationskante mit dem nächstfolgenden negativen Rhomboëder ist gewöhnlich eine sich rechts und links neigende krumme Linie. Unter $-\frac{1}{2}R$ erscheinen die dominirenden Flächen von $-\frac{4}{5}R.\varkappa(04\bar{4}5) = y$: die Spiegelung dieser Flächen ist sehr lebhaft, aber die Oberfläche ist durch horizontale feine wellige Linien gestört. Auf der positiven Seite sind die Flächen von $R\frac{5}{3}.\varkappa(41\bar{5}3) = x$ mittelgross ausgebildet, gestreift nach der entsprechenden Zonenrichtung von $[11\bar{2}0 : 10\bar{1}1]$, manchmal sogar gerieft. Diese Streifung der terminalen Flächen ist in Fig. 17 in einer geraden Projection auf $0R$ dargestellt. Unter $R\frac{5}{3}$ ist noch ein sehr steiles und stumpfwinkliges positives Skalenoëder ausgebildet, welches bereits dem Prisma ∞R nahe steht, und auch in der Zone der negativen Rhomboëder trägt ein sehr steiles Rhomboëder viel zu dem prismenartigen Habitus dieser Krystalle bei. Aber diese steilen Formen, insbesondere die Flächen des positiven Skalenoëders, sind so gekrümmt und gestört, dass auf die Bestimmung derselben verzichtet werden musste; nur ein einziges Mal konnte ich das steile negative Rhomboëder mit verhältnissmässig ungestörter Oberfläche messen und eruiren, dass dieselbe $-14R.\varkappa.(0.14.\bar{14}.1)$ sei.

Die sämmtlichen Formen des Kotterbacher Calcits sind daher:

$$r = \varkappa(21\bar{3}1)R3, \; p = \varkappa(10\bar{1}1)R$$

bei den Krystallen der ersten Bildung, und:

$$g = \varkappa(01\bar{1}2) - \tfrac{1}{2}R, \; y = \varkappa.(04\bar{4}5) - \tfrac{4}{5}R, \; x = \varkappa(41\bar{5}3)R\tfrac{5}{3}, \; \varkappa.(0.14.\bar{14}.1) - 14R$$

bei der späteren Generation. Die gemessenen und berechneten Werthe — diese letzteren aus $10\bar{1}1 : \bar{1}101 = 74^\circ 55'$ abgeleitet — sind die folgenden:

		Beobachtet:	n	Berechnet:
$01\bar{1}2 : 1\bar{1}02$	=	45° 13′	1	45° 3′ 0″
$01\bar{1}2 : 04\bar{4}5$		12 3	3	12 1 32
$01\bar{1}2 : 0.14.\bar{14}.1$		59 30	1	59 36 16
$41\bar{5}3 : 5\bar{1}\bar{4}3$		17 49	2	18 7 10
$01\bar{1}2 : 5\bar{1}\bar{4}3$		51 34	2	51 56 7

An einem Krystall der ersten Generation konnte ich, nach Entfernung

der Pyritkruste, die nachstehenden, meistens nur angenäherten Winkelwerthe mit dem auf der Spitze aufgelagerten Kryställchen der späteren Bildung bestimmen.

	Beobachtet:	Berechnet:
$21\bar{3}1 : 3\bar{1}\bar{2}1$ =	35° 26′	35° 35′ 44″
$21\bar{3}1 : \bar{2}3\bar{1}1$	75 16	75 22 10
$21\bar{3}1 : 10\bar{1}1$	28 43 ca.	29 1 47
$10\bar{1}1 : 1\bar{1}02$	38 14 ca.	37 27 30
$10\bar{1}1 : \bar{1}101$	74 57	74 55 0
$01\bar{1}\bar{1} : 21\bar{3}1$	76 23	76 3 13

Die Farbe des Calcits ist auf den untersuchten Stücken graulich, weiss oder wasserklar.

b) Baryt.

Das Mineral erscheint von weisser Farbe, grossblätterig mit stufenartig hervortretenden Krystallenden. Die Krystalle sind mehrfach zusammengewachsen und durch diese Repetitionen sind die Oberflächen von $0P$ und ∞P (nach der Miller'schen Stellung) sehr stark gestört. Nur die Flächen der kleinen Krystalle sind glatt. Auf ∞P sind bei den grösseren Krystallen stufenartig hereindringend theils vicinale Flächen ausgebildet, theils bekannte Prismen, die äusserste Begrenzung ist aber immer die Fläche von ∞P.

Die Formen dieser Krystalle sind: $c = (001)0P$, mit glänzender, aber gestörter Oberfläche; $m = (110)\infty P$, meistens etwas matt und mit den erwähnten tektonischen Eigenthümlichkeiten; $d = (102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, gewöhnlich an allen Krystallen mit glänzenden, glatten Flächen ausgebildet; von den Prismen konnte ich noch $k = (130)\infty\breve{P}3$, $\lambda = (210)\infty\bar{P}2$, $\eta = (320)\infty\bar{P}\frac{3}{2}$ bestimmen. Diese letzterwähnten Prismen kommen an den grösseren Krystallen vor. Als sehr schmaler Streifen war auch $b = (010)\infty\breve{P}\infty$ zu beobachten, und daneben verrieth eine dichte Streifung das Vorhandensein von vicinalen Brachyprismen. Ferner erscheint noch $o = (011)\breve{P}\infty$ mit spiegelnden Flächen, umrandet durch zwei Brachypyramiden, jedoch liess der störende Einfluss der vicinalen Prismen die Axenschnitte derselben nicht eruiren. Schliesslich sind noch in Spuren $r = (112)\frac{1}{2}P$ und manchmal $q = (114)\frac{1}{4}P$ ausgebildet. Die Flächen von ∞P sind in horizontaler Richtung gestreift. Die sämmtlichen Formen dieser Krystalle sind daher:

$b = (010)\infty\breve{P}\infty$	$k = (130)\infty\breve{P}3$
$c = (001)0P$	$o = (011)\breve{P}\infty$
$\lambda = (210)\infty\bar{P}2$	$d = (102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$
$\eta = (320)\infty\bar{P}\frac{3}{2}$	$r = (112)\frac{1}{2}P$
$m = (110)\infty P$	$q = (114)\frac{1}{4}P$.

Die um $o = (011)\breve{P}\infty$ erscheinenden Brachypyramiden gehören theils zu der Zone [011 : 110], theils sind dieselben flacher.

		Beobachtet:	Berechnet*):
$m : m^3$	$= 110 : \bar{1}10$	$= 101^\circ 40'$	$101^\circ 36' \ 4''$
$b : m$	$= 010 : 110$	51 5 ca.	50 48 2
$b : k$	$= 010 : 130$	22 45 ca.	22 13 50
$m : \lambda$	$= 110 : 210$	17 3	17 0 53
$m : \eta$	$= 110 : 320$	10 26	10 39 58
$c : d$	$= 001 : 102$	38 53	38 51 0
$c : o$	$= 001 : 011$	52 37	52 43 25
$m : o$	$= 110 : 011$	59 41	59 48 25
$c : q$	$= 001 : 114$	27 2 ca.	27 27 37

Taf. IV Fig. 18 zeigt den Habitus dieser Krystalle mit den charakteristischen Formen c, m, d, o, b und r. Auf einem Barytstück waren die Krystalle mit bräunlichgelbem Limonit theilweise überzogen; in derben Stufen sind schliesslich Spuren von Sulfiden und in winzigen Körnchen ein schwarzes Erz eingesprengt.

c) Sonstige Mineralien von Kotterbach.

Siderit: dunkelerbsengelb gefärbt, mit Quarzkrystallen, welch' letztere augenscheinlich durch Erzeinschlüsse graulichviolett gefärbt erscheinen. Auf den Siderit sind noch hübsche weisse, seidenglänzende, kleine runde Rhomboëder von Braunspath abgelagert.

Zsakarócz.

Hier habe ich grösstentheils Sideritstufen gesammelt. Die Exemplare bestehen aus licht- oder dunkelerbsengelb gefärbtem, grossblätterigem Eisenspath, hie und da mit eingesprengten Erzen. Rutschflächen kommen häufig vor. Der Siderit enthält reichlich weissen Quarz, auch Stücke des talkigen Nebengesteines sind anzutreffen, in welch' letzteren kleine glänzende Pyritkrystalle $\left(\frac{\infty O2}{2}, O\right)$ erscheinen. An den Oberflächen zwischen den flachen, linsenförmigen Sideritkrystallen kommen auch hübsche kleine wasserklare, aber auch grössere weisse Quarzkrystalle vor. Derbes Fahlerz (besonders Sb-haltig nach Herrn Loczka) wie auch Kupferkies fehlen nicht.

Andere Siderite sind braun, an der Oberfläche manchmal leberbraun gefärbt; Quarzadern und wasserklare Kryställchen sind auch bei diesen häufig. In den Spalten trifft man die mittelgrossen Krystalle von Siderit,

*) L. c.

welche von einem bräunlichgelben Ueberzug, wahrscheinlich Eisenoxydhydrat, bedeckt sind; die Krystalle sind matt, glatt und ausser R weisen dieselben noch das grosse $0R$ auf.

Man findet auch verwitterte Stufen, bei welchen der lichteste, blättrige Theil Braunspath ist, hingegen der braune noch aus Siderit besteht, wie dies Herr Loczka chemisch nachzuweisen so gütig war; diese Stücke sind ausserdem mit kleineren und grösseren, dünnen Hämatittafeln erfüllt, an welchen die trigonale Streifung recht gut bemerkbar ist. Der grösste Theil des Hämatit ist schon zu Eisenoxydhydrat verwittert, welches als dunkelbraune, stellenweise gelbliche erdige Kruste die Krystalle reichlich bedeckt.

Helczmanócz.

Die nicht mehr im Betriebe stehenden Gruben dieser Ortschaft haben die im Nachfolgenden beschriebenen Mineralien geliefert:

a) Neue Georgi. In einem zerspaltenen, an der Oberfläche gelblichen, sonst aber weissen Quarz kommt Antimonit vor. Der Antimonglanz ist entweder fast dicht oder aber in grösseren Krystallen ausgebildet, welch' letztere flach und langgezogen erscheinen; die Enden waren immer abgebrochen. Dies Vorkommen des Antimonits ist erst in ganz neuen Zeiten bekannt geworden.

b) Johanni-Etelka. Bräunlichgelben, in Limonit verwandelten Siderit durchziehen weisse Quarzadern. Andere Stufen bestehen aus dunkelerbsengelbem, blättrigem Siderit, mit weniger Quarz, derbem Chalkopyrit und Fahlerz. Der Eisenspath erscheint manchmal auch in sehr flachen Rhomboëdern.

c) Ernesti. Mit weissen Quarzadern durchzogener, brauner bis leberbrauner blättriger Siderit, mit weniger eingesprengtem Chalkopyrit. Malachit als sehr dünner grüner Ueberzug. Der Siderit ist manchmal mit einer dünnen, graulichschwarzen Limonitkruste überzogen, und an manchen Stellen erscheinen winzige, weisse, strahlige Kügelchen; diese letzteren bestehen aus anisotropen Nädelchen, nach Herrn Loczka kohlensaurer Kalk, so dass die Kügelchen wahrscheinlich Aragonite sind. Aus einem grünlichen, serpentinartigen, mehr oder weniger schiefrigen Gestein habe ich hübsche Pyritkryställchen losgelöst; dieselben bestehen aus vorherrschendem $\left[\frac{\infty O2}{2}\right]$, neben dem die kleinen glänzenden Flächen von O erscheinen; $102:111 = 39^0 12'$ beob.; ein schmaler Streifen in der Zone [111:102] mag $\left[\frac{3O\frac{3}{2}}{2}\right]$ sein, war jedoch nicht messbar; schliesslich erscheint noch ein schlecht ausgebildetes Pyramidenoktaëder.

d) Etelka-Sturtz. Zu gelblichbraunem Limonit umgewandelter

Siderit, in flachen rhomboëdrischen Krystallen, begleitet von wasserklarem oder gelblich gefärbtem Quarz. Magnetit, derb oder sehr kleinkrystallinisch (O), stellenweise von Eisenoxydhydrat überzogen; Chalkopyrit erscheint auch, aber spärlich. Pyritwürfelchen auf den verwitterten Magnetitstücken, theils oder ganz zu Limonit umgewandelt. Der Magnetit wird auch von flachen Calcitkrystallen (∞R, $-\frac{1}{2}R$) begleitet. In den aus Siderit stammenden Brauneisenstufen ist auch ein lichtgraues, derbes, verwittertes Fahlerz anzutreffen, vorherrschend Sb-haltig nach Herrn Loczka, ausser Cu, Fe viel Zn und sehr wenig Hg enthaltend. Auf dem Fahlerz kommen noch, besonders in den Höhlungen, winzige Azurittäfelchen vor.

e) Matthiaska. Lichtgelblichbrauner Limonit mit spärlichem derbem Chalkopyrit und graulichweissem Quarz.

f) Zakutya. Vor einigen Jahren hat man hier einen milchweissen Quarzstock angetroffen und seither zu industriellen Zwecken abgebaut.

Prakkendorf.

In einem quarzigen Gestein sind kleine Magnetitoktaëder derart abgelagert, dass die Structur einigermassen gneissartig ist. Die verwittert erscheinenden Stücke zerfallen unter dem Hammer in gewisse ebene, jedoch regellose Richtungen.

Svedlér.

Magnetit zwischen Quarz in winzigen Oktaëdern abgelagert, welche hier und da auch ∞O als schmalen Streifen aufweisen.

Svinska.

Diese Localität ist von der Bindt aus am Kotterbacher Wege gelegen und sind hier in Limonit umgewandelte Pyritgruppen und isolirte Krystalle vorgekommen. Dieselben bilden gewöhnlich 5—6 mm grosse Würfel mit kleineren oder grösseren Flächen von O. Die Oberfläche ist jedoch durch abgelagerte kleinere Krystalle drusig. An manchen Würfeln ist auch $\left[\frac{\infty O2}{2}\right]$ vorhanden; die Hexaëder sind sehr oft zu stufenartigen Bildungen zusammengewachsen, auch die oktaëdrischen Krystalle sind in der Richtung der beiden horizontalen Axen und auch gleichzeitig übereinander derart verwachsen, dass spitz pyramidale, an den vier Seiten gefurchte, an Skelettkrystalle erinnernde Bildungen entstehen. Es giebt auch Exemplare, an welchen die einzelnen Krystalle nach einer Hauptaxe wie aneinander gereiht erscheinen, was tetragonalen Säulen ähnliche Bildungen verursacht, bei welchen die Kanten durch die sogenannten tektonischen Kanten des Oktaëders gebildet sind.

Jekelsdorf.

Vis-à-vis der Ortschaft, in einem Einschnitt der Göllnitzthaler Eisenbahn in den dortigen Schiefer sind Asbestadern anzutreffen, welche nach dem Verwitterungsgrade mehr oder weniger grünlich, manchmal weisslich gefärbt erscheinen. Hier wurden auch einige Quarzgänge aufgeschlossen, auf denen mit den gewöhnlichen graulichweissen Quarzkrystallen auch Eisenglimmer, manchmal reichlich, erscheint. Derselbe kommt auch in einem rothbraunen Jaspis vor. Mit dem Quarz, in Gesellschaft eines verwitterten, kleinblättrigen, schwarzgrünen, chloritischen Minerals habe ich eine stängelige, grüne Substanz gefunden, die sich als Epidot erwies. Die Auslöschung der einzelnen Stengel war nämlich parallel der Verlängerung derselben, Pleochroismus in der Längsrichtung (b beim Epidot) gelblich bräunlichgrün, in der dazu normalen hingegen gelblichbräunlich, an dünnen Lamellen fast farblos. Ein Dünnschliff, in normaler Richtung zu der Längsausdehnung verfertigt, zeigte die beiden Spaltrichtungen. Die Auslöschung fällt mit der einen Spaltrichtung fast zusammen, der Pleochroismus in derselben (a beim Epidot) ist blassgrünlich mit etwas gelb, in der dazu normalen Richtung (c beim Epidot) hingegen lichtgrünlichgelb. Absorption gut erkennbar, $c > a$. Dieser Epidot ist jedoch nicht mehr frisch, sondern mehr oder weniger verwittert. Die frischeren strahligen Partien sind pistaziengrün gefärbt, welche Farbe an den verwitterten Stellen mehr und mehr ins Gelbliche zieht.

4. Arsenopyrit, angeblich von Klenócz, Gömörer Comitat.

Im Jahre 1884 sandte Herr Bergdirector Wilhelm von Dobay in Dobschau an das ungarische National-Museum in Budapest ein Stückchen graulichweissen derben Quarzes ein, nach seiner Angabe aus Klenócz im Gömörer Comitat stammend. An einer Seite des Quarzes ist eine kleine Erzablagerung vorhanden, bestehend aus derbem, verwittertem Fahlerz (antimonhaltig nach Herrn Loczka), und in diesem eingewachsen erscheinen kleinere, aber gut ausgebildete Arsenopyritkrystalle in Gesellschaft von spärlichem derben Kupferkies. Dieses Vorkommen von Arsenkies in Ungarn war bisher meines Wissens noch unbekannt, daher ich einen kleinen, aber ganz gut begrenzten Krystall losgelöst und an diesem die folgenden Daten beobachtet habe.

Der Habitus ist nach der üblichen Stellung brachydomatisch; die grösste Dimension beträgt 1,25, die kleinste hingegen 1 mm. Seine Gestalten sind, der Grösse nach in abnehmender Reihenfolge geordnet:

$$n = (012)\tfrac{1}{2}\breve{P}\infty,\quad m = (110)\infty P,\quad q = (011)\breve{P}\infty.$$

Die Reflexe waren, ausgenommen die Flächen von $q = (011)\breve{P}\infty$, an den übrigen mehrfach, so dass die erzielten Winkelwerthe nur als an-

nähernde gelten können. Die charakteristische Streifung war nur an $n = (102)\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ bemerkbar.

	Beobachtet:	n	$\pm d$	Berechnet:	d
$q : q' = 011 : 0\bar{1}1$ =	99° 27′	2	0° 8′	—	—
$n : q = 012 : 011$	19 9	1	—	19° 10′ 48″	0° 1′ 48″
$m : m' = 110 : 1\bar{1}0$	68 21	1	—	69 51 26	1 30 26
$n : m = 012 : 110$	73 5	8	0 16	—	—
$m : q = 110 : 011$	64 35	1	—	64 5 53	0 29 7

Der grosse Unterschied im Werthe von $m : m'$ zwischen Beobachtung und Rechnung ist nur in geringerem Grade durch die ungenügende Genauigkeit der Messung verursacht, vielmehr ist derselbe die Consequenz des Verhältnisses der Neigungen von $m : m'$ und $n : m$; denn, wie leicht ersichtlich, führt eine relative kleine Aenderung von $n : m$ eine viel grössere im Prismenwinkel selbst mit sich, wenn wir die Veränderungen auf die Prismenneigungen beziehen. So im vorliegenden Falle, wenn wir zu $q : q'$ als zweiten Grundwerth $m : m' = 68^0\,21'$ nehmen, so wird:

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : n$ =	73° 5′	73° 24′ 46′,

der Unterschied also blos 19′ 46″. Daraus ist evident, dass bei den überhaupt minder gut messbaren Arsenopyritkrystallen dort, wo es überhaupt vortheilhaft geschehen kann, eher eine zu $n : m$ analoge Neigung als Grundwerth genommen, als zu den Grundwerthen die Neigung zweier prismatischen Formen benutzt werden soll.

Das Axenverhältniss ist daher: $a : b : c = 0{,}70 : 1 : 1{,}18$. Der Habitus zeigt das Bild des Arsenkieses von der Bindt (Taf. IV, Fig. 7), wenn man sich das dort vorhandene Makrodoma fortdenkt.

5. Smithsonit und Arsenopyrit von Csetnek, Gömörer Comitat.

Im Herbst 1883 hat man eine Galmeygrube zu Csetnek geöffnet, woher auch das ungarische National-Museum von Herrn Karl Polónyi eine Stufe erhalten hat. Das Stück besteht hauptsächlich aus zelligem, graulichem, kleinkrystallinischem, krustenförmigem Smithsonit. Herr Loczka fand darin ausser *Zn* noch *Pb* und *Fe*.

Von Csetnek stammt schliesslich ein Arsenkiesexemplar; die Krystalle desselben sind dicht aneinander gewachsen, so dass nur Bruchstücke losgemacht werden konnten. An diesen zeigt sich der Habitus nach der gewöhnlichen Stellung prismatisch, mit einem flachen gestreiften Brachydoma. Die Messungen haben nur sehr annähernde Werthe ergeben:

$$110 : \bar{1}10 = 112^0\,14' \text{ ca.}$$
$$110 : 013 \quad 80\;\;3 \text{ ca.}$$

In Csetnek wird jedoch derzeit (1885) kein Bergbau mehr getrieben.

XII. Ueber hemimorphe Pyrargyritzwillinge von Andreasberg.

Von

Max Schuster in Wien.

(Mit Tafel V.)

Wohl hat bereits Mohs die Bemerkung gemacht, dass das Protoprisma beim Rothgiltigerz häufiger noch als beim Turmalin mit der Hälfte der Flächen entwickelt sei, und findet sich ganz allgemein die Behauptung ausgesprochen, dass hemimorphe Ausbildung auch complicirter Combinationen bei diesem Minerale gar keine Seltenheit sei.

Indessen sind gerade darüber, inwiefern der Hemimorphismus in solchem Falle sich äussert, d. h. worin die Verschiedenheit der Endausbildung bestehe, auffallend wenige Angaben vorhanden.

Ernst Rethwisch hat in einer verdienstvollen Monographie*), worin er die bisherigen Forschungsergebnisse bezüglich der krystallographischen und chemisch-physikalischen Verhältnisse des Rothgiltigerzes möglichst vollständig zusammenfasste, eine Uebersicht der einzelnen in der Literatur beschriebenen Fälle von Formverschiedenheit der Krystallendigung gegeben, die ich im Folgenden zunächst kurz in Erinnerung bringen möchte:

»1) Mohs erwähnt (1839), dass $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ zuweilen am einen Ende der Krystalle parallel den Combinationskanten mit $\frac{1}{4}R(10\bar{1}4)$ gestreift, am andern Ende rauh erscheint.

2) Zippe führt in einem Verzeichniss von Rothgiltigerzkrystallen von Joachimsthal (1842) einen Krystall auf, der folgende Formen zeigt: $\infty P2$ $(11\bar{2}0)$, $\frac{\infty R}{2}(10\bar{1}0)$; am einen Ende $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, $-\frac{5}{8}R3(5.10.\bar{15}.8)$, $-2R2(13\bar{4}1)$, am andern Ende nur $-\frac{1}{2}R$.

3) F. A. Römer führt in einer kurzen Notiz in dem Jahrbuch f. Min.

---

*) Beiträge zur mineralogischen und chemischen Kenntniss des Rothgiltigerzes. Inaugural-Dissertation, Göttingen. Stuttgart 1885. Diese Zeitschr. **12**, 67.

1848 S. 311 zwei Krystalle an, welche an beiden Enden verschieden ausgebildet sind. Die Flächen wurden nicht bestimmt, da sie zur Messung nicht geeignet waren.

4) Frenzel führt in seinem mineralogischen Lexicon für Sachsen beim Pyrargyrit an, dass Krystalle bekannt sind, welche $\infty P2(11\bar{2}0)$, am oberen Ende $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, $0R(0001)$, am unteren Ende $R(10\bar{1}1)$ und $R3(21\bar{3}1)$ zeigen.

5) In der mineralogischen Sammlung der Universität Strassburg befindet sich ein an beiden Enden ausgebildeter Krystall, der von Groth gemessen wurde. Derselbe zeigt am einen Ende $\frac{1}{4}R3(21\bar{3}4)$ vorherrschend, klein $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, $R(10\bar{1}1)$, $\frac{1}{2}R\frac{11}{3}(7.4.\overline{11}.6)$, $R3(21\bar{3}1)$, $-5R\frac{7}{5}(16\bar{7}1)$, das andere Ende zeigt $\frac{1}{2}R\frac{11}{3}(7.4.\overline{11}.6)$ vorherrschend, mit warziger Oberfläche und kleine Flächen von $R3(21\bar{3}1)$, von anderen Flächen dagegen keine Spur.

Im Anschluss daran spricht Rethwisch die Vermuthung aus, dass die erwähnten Fälle keine zufälligen Ausbildungsweisen darstellen; doch neigt er zu der Ansicht hin, dass völlige Gewissheit über diesen Punkt wohl erst von der Anwendung der Methode der Aetzfiguren oder von Untersuchungen über das pyroëlektrische Verhalten der Rothgiltigerzkrystalle zu erwarten sei.

Durch die Güte des Herrn Hofrath Tschermak, welcher mir mehrere in der Sammlung des hiesigen mineral.-petrogr. Universitäts-Institutes befindliche Pyrargyritstufen von Andreasberg zur Untersuchung überliess, wurde ich in die Lage versetzt, den oben aufgezählten Beobachtungen hemimorpher Ausbildung einen neuen, höchst eclatanten Fall beizufügen.

Zugleich ist es mir gelungen, mit Hilfe eines neuen Zwillingsgesetzes, also aus morphologischen Gründen, endgiltig den Satz zu erweisen, dass der Hemimorphismus des in Rede stehenden Minerales eine in dem inneren Wesen desselben begründete, ganz sicher keine zufällige Erscheinung sei.

Die betreffenden einfachen Pyrargyritkrystalle von Andreasberg, deren Zwillingsbildung vor Kurzem in einer Sitzung der k. k. geol. Reichsanstalt in Wien (Nr. 3 der Verhandl. 1886) von mir bereits flüchtig skizzirt wurde, sollen den Gegenstand der nachfolgenden Mittheilung bilden, welche darauf gerichtet ist, an der Hand einiger Figuren und durch Nachtrag diesbezüglicher Winkelmessungen die l. c. gemachten Angaben zu vervollständigen und zu ergänzen.

Hinsichtlich ihrer Farbe stellen die untersuchten Krystalle zwei Varietäten dar, eine lichtere, entschiedener roth gefärbte Varietät, und eine dunklere, mit schwärzlicher Oberfläche.

Auf einer der in Betracht gezogenen Stufen sind, wie es scheint, durch lichter und dunkler rothe Färbung zwei Generationen unterschieden, von denen die spätere die helleren Individuen umfasst.

In allen diesen Fällen aber dürfte, der chemischen Prüfung zufolge,

wesentlich nur Pyrargyritsubstanz vorliegen, der jedoch bald mehr (und zwar in den lichteren Krystallen) bald weniger von der Arsenverbindung beigemengt ist.

Vor dem Löthrohre auf der Kohle entwickelte sich demgemäss vorzugsweise Antimon-Rauch und -Beschlag; Arsen machte sich wenig bemerkbar.

Beim Erhitzen mit Cyankalium und Soda im Kölbchen ergab sich ein sehr schwacher Arsenspiegel und in einer durch Kalilauge hergestellten Lösung fast ausschliesslich Schwefelantimonniederschlag.

Bevor in's Detail der Formenentwickelung und der Zwillingsbildung des zu besprechenden Vorkommens etwas näher eingegangen wird, mag erst der allgemeine Habitus der Krystalle und das Auffällige ihrer hemimorphen Ausbildung eine kurze Besprechung finden.

Habitus der Krystalle; Charakter ihres Hemimorphismus.

Sämmtliche Individuen gehören dem säulenförmigen Formentypus an, insofern das verwendete Prisma $\infty P2$ durchweg als Begrenzungsfläche auftritt, ja in den meisten Fällen gleichsam als Träger der ganzen Combination erscheint; sie sind jedoch bald lang gestreckt, also schlank entwickelt (ähnlich dem Zwilling in Fig. 3), bald breit, resp. kurzsäulig (ähnlich dem Zwilling in Fig. 4), in welch letzterem Falle die Rhomboëderflächen des Kopfes in den Vordergrund treten.

Die genannten Prismenflächen sind mit einer zweifachen, charakteristischen Streifung versehen; die eine davon (S) herrscht vor und ist stets deutlich entwickelt, auch wenn die andere (S') kaum sichtbar ist.

Wenn man den Krystall bezüglich dieser Streifung (S) justirt und von $\infty P2$ ausgehend eine Drehung vornimmt, so erscheint auf der einen Seite eine ziemlich continuirliche Reihe von Flächenreflexen, welche schon in der Nähe des Flächenpoles von $\infty P2$ ihren Anfang nimmt, später sich in Einzelreflexe (hauptsächlich $R5$ und $R3$ angehörig) auflöst und entweder direct zu $-\frac{1}{2}R$ hinführt oder hinter den, derselben Seite angehörigen, hier aber niemals entwickelten, positiven Grundrhomboëderflächen in stumpfen positiven und negativen Skalenoëderflächen der Diagonalzone von $-\frac{1}{2}R$ ihre weitere Fortsetzung findet.

Auf der anderen Seite, also bei der Drehung im entgegengesetzten Sinne, treten in unmittelbarer Nähe von $\infty P2$ in der Regel keine Reflexbilder auf; es ist die genannte Zone hier vielmehr vertreten durch positive Skalenoëder, welche, wie $R\frac{3}{2}$ und $R\frac{5}{3}$, dem positiven Grundrhomboëder nahe liegen oder durch dieses selbst, welches auf dieser Seite oft fehlt, bisweilen aber erscheint.

Die zweite Streifung (S'), welche auf der oben besprochenen nahezu

senkrecht steht, offenbart einseitige Entwickelung in noch höherem Grade und in ganz charakteristischer Weise.

Wenn man diese Streifung justirt, so gelangt man bei Drehung des Krystalles nach jenem Ende hin, welches dem flächenreicheren Theil der Zone S entgegengesetzt ist, zu einer sehr steilen, negativen Skalenoëderfläche $(-5R\frac{7}{5})$, während bei Drehung nach der anderen Seite hin gar kein Reflexbild zum Vorschein kommt.

Schon diese Beobachtungen allein deuten auf die verschiedene Flächenentwickelung an den einander gegenüberliegenden Enden der verticalen Säule hin und es ist auch der Charakter des in solcher Weise sich äussernden Hemimorphismus dem Gesagten bereits zu entnehmen.

Dieser Charakter lässt sich in folgendem Satze aussprechen:

Der in der Richtung der Hauptaxe nach auf- und abwärts vorauszusetzende Gegensatz der inneren Structur wird bei dem in Rede stehenden Pyrargyritvorkommen durch die Anlage und Vertheilung der den negativen Krystallräumen angehörigen Flächen am Auffallendsten zum Ausdruck gebracht.

Während an dem einen Pole das Rhomboëder $-\frac{1}{2}R$ als Grenzform und ausschliesslich stumpfe negative Skalenoëderflächen auftreten, deren Hauptaxe durchwegs kleiner als 1 ist, wird das andere Ende durch steile negative Skalenoëder abgeschlossen, welche die Hauptaxe mindestens in doppelter, meist aber in mehr als dreifacher Entfernung schneiden, wie das Grundrhomboëder.

Daraus geht hervor, was die Figg. 1 und 2 in deutlichster Weise illustriren, dass das eine Ende des Krystalles abgestumpft, das andere stark zugespitzt erscheint; denn obzwar gerade auf der Seite der stumpfen negativen Skalenoëder sehr steile positive auftreten, daher bezüglich der den positiven Krystallräumen angehörigen Flächen sozusagen das Umgekehrte stattfindet von dem, was vorhin betreffs der negativen Formen erwähnt wurde, so hat dieser Umstand doch auf den Habitus der Krystalle weniger Einfluss, weil gerade die steilsten positiven Skalenoëderflächen nur in oscillatorischer Combination mit $\infty P2$ auftreten, während die steilsten negativen Skalenoëderflächen daneben auch selbständig für sich entwickelt sind.

Nun ist es gewiss sehr bemerkenswerth, dass sämmtliche Krystalle der untersuchten Stufen mit der zugespitzten Seite der Unterlage zugewendet und mit ihr verwachsen erscheinen, während die stumpfe Endigung stets nach aufwärts gerichtet ist, so dass man umgekehrt geradezu sagen kann: Das obere Ende der Individuen ist durch $-\frac{1}{2}R$ oder durch Flächen, welche zwischen $-\frac{1}{2}R$ und $+R$ liegen, das untere hauptsächlich durch steilere Flächen und zwar insbesondere durch sehr steile negative Skalenoëder charakterisirt.

Je nachdem nun das obere Ende lediglich von den in diesem Falle meist unebenen Flächen $-\frac{1}{2}R$ abgeschlossen wird, oder dieses Rhomboëder durch eine Anzahl in oscillatorischer Combination mit einander abwechselnden, meist viel glatteren, positiven und negativen Flächen der Diagonalzone von $-\frac{1}{2}R$ vertreten ist, $-\frac{1}{2}R$ selbst aber fehlt oder sehr zurücktritt, kommen die beiden in den Figg. 1 und 2 etwas schematisch wiedergegebenen Typen zu Stande, von denen die erste der dunkleren Varietät, die zweite der lichteren Varietät eigenthümlich ist.

Messungsresultate und Flächenübersicht.

Die Oberfläche der flächenreicheren grösseren Krystalle war meist wenig eben und überhaupt so beschaffen, dass die goniometrische Untersuchung sich hier grösstentheils auf Identification der vorhandenen mit in der Literatur bereits bekannten Flächen beschränken musste; doch ist zu erwähnen, dass ausser diesen, namentlich am zweiten Typus, und zwar besonders in der Zone $-\frac{1}{2}R$, R, $\infty P2$, welche hier die reichste Flächenentfaltung zeigt, auch noch andere, neue Formen vorhanden sind. Da die letzteren jedoch zum grössten Theile nicht mit Sicherheit bestimmbar waren und andererseits fast durchweg einen secundären Charakter besitzen, daher als mehr locale, gelegentliche Bildungen aufzufassen sein dürften, so will ich im Folgenden nur die zwei am regelmässigsten und häufigsten wiederkehrenden Formen davon anführen.

Andererseits scheinen auch Vicinalflächen keineswegs zu fehlen; dahin gehören beispielsweise zweifellos die in unmittelbarer Nähe des (gleichfalls vorhandenen) Flächenpoles von $\infty P2$ nach oben hin auftretenden Flächencomplexe, deren Reflexe in einem Abstande von 1—2^0 von der Hauptfläche erscheinen.

Darauf konnte natürlich keine weitere Rücksicht genommen werden, schon deshalb nicht, weil das vorhandene Material weder ausreichend noch geeignet gewesen wäre, um eine Feststellung der Wechselbeziehungen und gegenseitigen Neigungsverhältnisse der vorliegenden Krystallflächen in solchem Maasse zu gestatten und ferner aus dem Grunde, weil derartige theoretische Studien dem Zwecke dieser Schrift fernliegen, welche lediglich die Darstellung des Hemimorphismus und einer bestimmten Art von Zwillingsbildung des Pyrargyritvorkommens beabsichtigt.

Ich lasse eine Uebersicht der constatirten Flächen folgen, wobei diejenigen, welche ich für typisch und wichtiger halte, vorangestellt, die vermuthlich secundären in einer zweiten Gruppe vereinigt wurden.

Da in der Literatur eine gleichmässige Buchstabenbezeichnung für die Formen des Rothgiltigerzes nicht besteht, so habe ich mich der Bezeichnungsweise angeschlossen, welche V. Goldschmidt in seinem eben erschienenen werthvollen »Index der Krystallformen der Minerale«, S. 141,

für die Formen des hexagonalen Systems rhomboëdrischer Hemiëdrie in Anwendung bringt. Die den Messungsresultaten gegenübergestellten theoretischen Winkelwerthe sind der citirten vortrefflichen Monographie von E. Rethwisch entnommen.

Typische Formen:

$a = \infty P2(11\bar{2}0)$, $\delta. = -\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, $K: = R3(21\bar{3}1)$, $P: = R5(32\bar{5}1)$, $L: = -5R\frac{7}{5}(16\bar{7}1)$, $n: = -2R\frac{3}{2}(15\bar{6}2)$, $\mathfrak{C}: = -R\frac{7}{3}(25\bar{7}3)$, $\Omega = -4R\frac{3}{2}(15\bar{6}1)$, $E: = R\frac{3}{2}(51\bar{6}4)$, $F: = R\frac{5}{3}(41\bar{5}3)$

und neu:

$$j: = -\frac{1}{8}R5(23\bar{5}8).$$

In der Polkantenzone von R (Diagonalzone von $-\frac{1}{2}R$) sind als minder wichtig noch die weiteren Flächen

$z: = -\frac{1}{5}R3(12\bar{3}5)$, $\pi = \frac{2}{3}P2(11\bar{2}3)$, $l: = \frac{1}{7}R5(3257)$, $t: = \frac{1}{4}R3(2134)$

zu verzeichnen.

Secundäre Formen:

In der letztgenannten Zone, über $-\frac{1}{2}R$

$$k: = -\frac{1}{20}R13(6.7.\bar{13}.20);$$

über $\infty P2$

$Z: = R8(9.7.\bar{16}.2)$, $G: = R4(53\bar{8}2)$, $\varepsilon: = R\frac{7}{2}(9.5.\bar{14}.4)$, $T: = R7(43\bar{7}1)$,

$$Q: = R\frac{16}{3}(19.13.\bar{32}.6)$$

und neu

$$J: = R\frac{14}{3}(11.17.\bar{28}.6)$$

nebst anderen Flächen.

Messungsresultate.

Aus den oben angeführten Gründen wurde von einer Mittheilung der Einzelmessungen abgesehen und wurden in die nebenstehende Tabelle nur die Mittelwerthe der besten Messungen aufgenommen, diesen als beobachteten Werthen die theoretischen gegenübergestellt und zwar sowohl die von Rethwisch l. c. für die Pyrargyritsubstanz, als auch die von demselben für die Proustitsubstanz berechneten Winkel.

Im selben Sinne wie von dem genannten Autor wurde auch hier bei den Rhomboëdern der Buchstabe X zur Bezeichnung des Winkels an der Polkante angewandt, bei Skalenoëdern hingegen ebenso mit X der Winkel an der scharfen, mit Y derjenige an der stumpfen und mit Z der Winkel an der Randkante, endlich mit α die Neigung der stumpfen Polkante zur Hauptaxe bezeichnet*).

---

*) Dieser Winkel α wurde auf indirectem Wege nach Messung des Winkels zur nächstgelegenen Fläche von $-\frac{1}{2}R$ aus dem so erhaltenen und dem gleichfalls durch Messung erhaltenen Winkel $\frac{Y}{2}$ festgestellt.

Winkeltabelle.

Buchstaben-Bezeichnung nach Goldschmidt	Naumann-sches Flächen-Symbol	Winkel berechnet nach Rethwisch. Proustit	Pyrargyrit	Winkel beobachtet am vorliegenden Vorkommen	
δ.	$-\frac{1}{2}R$	$X = 42^0 44'$	$41^0 58'$	$41^0 50'$ (dunkel)	$42^0 50'$ (licht)
z:	$-\frac{1}{5}R3$	$Y = 16\ 35$	16 18	16 10 (dunkel)	16 36 (licht)
		$X = 33\ 32$	32 57	33 0	
neu j:	$-\frac{1}{8}R5$		$Y = 20\ 18$	20 20	
			$X = 30\ 40$	30 30	
k:	$-\frac{1}{20}R13$	$Y = 24\ 40$	24 15	24 30 (licht)	
		$X = 28\ 52$	28 22	28 20	
π	$\frac{2}{3}P2$	$X, Y = 27\ 19$	26 51	26 55	27 0
l:	$\frac{1}{7}R5$	$X = 34\ 42$	34 7	34 30 (licht)	34 0 (dunkel)
		$Y = 22\ 56$	22 34	22 40	
t:	$\frac{1}{4}R3$	$X = 40\ 3$	39 24	39 35	
		$Y = 19\ 43$	19 24	19 30	
E:	$R\frac{3}{2}$	$\frac{Z}{2} = 42\ 27$	42 57	42 10 (licht)	43 15 (dunkel)
		$Y = 14\ 8$	14 1	14 0	
F:	$R\frac{5}{3}$	$\frac{Z}{2} = 39\ 28$	39 57	40 0 (dunkel)	39 50 (licht)
		$Y = 17\ 46$	17 38	17 30 (licht)	
K:	$R3$	$\frac{Z}{2} = 24\ 35$	24 58	24 55	
ε:	$R\frac{7}{3}$	$\frac{Z}{2} = 21\ 25$	21 45	21 35 und	21 50
G:	$R4$	$\frac{Z}{2} = 18\ 56$	19 15	19 20 jederseits d. Zwillingsnaht	
neu J:	$R\frac{14}{3}$		$\frac{Z}{2} = 16\ 40$	16 35 (licht)	16 50 (dunkel)
			$X = 71\ 8$		
			$\beta = 18\ 43$		
P:	$R5$	$\frac{Z}{2} = 15\ 21$	15 36	15 32 (licht)	15 40 (dunkel)
Q:	$R\frac{16}{3}$	$\frac{Z}{2} = 14\ 26$	14 41	14 28 (licht)	14 40 (dunkel)
T:	$R7$	$\frac{Z}{2} = 11\ 5$	11 17	11 10 (dunkel)	
Z:	$R8$	$\frac{Z}{2} = 9\ 44$	9 54	9 55 (dunkel)	
$\mathfrak{E}$:	$-R\frac{7}{3}$	$\frac{Z}{2} = 30\ 27$	30 54	30 40 (licht)	30 50 (dunkel)
		$Y = 28\ 31$	28 23	29 0 ca.	
		$\alpha = 28\ 19$	28 50	28 30 und	28 50
n:	$-2R\frac{3}{2}$	$\frac{Z}{2} = 29\ 30$	29 47	29 0 und	30 0
		$Y = 16\ 40$	16 38	16 35	
		$\alpha = 21\ 24$	21 49	21 0 bis	22 0
Ω	$-4R\frac{3}{2}$	$\frac{Z}{2} = 23\ 37$	23 43	23 40 und	23 45
		$Y = 17\ 34$	17 33	17 30	17 34
		$\alpha = 11\ 5$	11 19	11 0	
L:	$-5R\frac{7}{5}$	$\frac{Z}{2} = 24\ 11$	24 16	24 10	24 15
		$Y = 14\ 59$	14 58	15 0	
		$\alpha = 9\ 25$	9 37	9 0 und	10 0

Bei der Pyramide zweiter Ordnung bezieht sich Y wieder auf die Polkanten.

Jedesmal aber wird der Normalen-Winkel aufgeführt werden als derjenige, welcher sich mit den Messungen direct vergleichen lässt.

Bei grösseren Schwankungen der an verschiedenen Krystallen gefundenen Werthe wird dieser Umstand entweder durch Beifügung der Bezeichnung »lichtere« oder »dunklere« Varietät kenntlich gemacht, oder es werden die diesbezüglichen Grenzzahlen in den nachfolgenden Bemerkungen ihren Platz finden.

Bemerkungen zur Winkeltabelle.

Die beobachteten Winkelwerthe nähern sich im Durchschnitte mehr denen des Pyrargyrites (dunklere Varietät) oder stehen in auffallender Weise zwischen den für Pyrargyrit und Proustit berechneten Werthen (lichtere Varietät) ganz in Uebereinstimmung mit den bisherigen, diesen Gegenstand betreffenden Angaben von Rethwisch und anderen Autoren.

Viele Flächen waren, wie gesagt, von Vicinalflächen begleitet.

Es mögen im Folgenden die einzelnen Flächen daher nochmals durchgegangen werden.

$\infty P2$. Auf den Flächen des verwendeten Prismas traten fast ausnahmslos neben dem Reflexbild, welches den wahren Flächenpol markirte, eine Anzahl anderer auf, die auf Vicinalflächen dieser Hauptfläche zurückzuführen sind. Dieselben fanden sich sowohl in der zu R, als der zu $-5R$ führenden Zone; im ersteren Falle ist 1° 35′, im zweiten Falle 2° 40′ der charakteristische Winkel für die zunächst gelegenen Flächenreflexe. In der Zone zu R schliesst sich überdies ein Streifencomplex an, der mit 1° 35′ beginnend ununterbrochen bis 4° 25′ sich erstreckt.

Von ∞R ist nirgends etwas zu bemerken.

Ebenso charakteristisch ist in den meisten Fällen das Fehlen von R, welches höchstens gelegentlich als Abrundung über den Kanten von $R\frac{3}{2}$, $R\frac{5}{3}$ erscheint.

$-\frac{1}{2}R$. Ist an den grösseren Krystallen schlecht messbar, und zwar ist diese Fläche an der lichteren Varietät sehr gestreift, an der dunkleren sehr uneben.

Im ersteren Falle sind die Grenzwerthe von X bei Messungen an verschiedenen Krystallen 41° 30′ bis 42° 10′, im letzteren steigen sie bis 44°; dann verstecken sich aber in dem zusammengesetzten Reflexbilde vielleicht auch Reflexe benachbarter Flächen.

Wir kommen nun zur Besprechung der am Kopfe in der Diagonalzone von $-\frac{1}{2}R$ als Streifencomplex auftretenden Flächen.

$-\frac{1}{5}R3$. In der Nähe dieses Flächenpoles liegen meistens noch andere Reflexe in einem Abstand, welcher $Y = 17°$, 18° und 19° entspricht, wodurch sie sich dem Flächenpole von $-\frac{1}{8}R5$ nähern.

Andere Reflexe geben für den Winkel X die Grenzwerthe 33° bis 35°.

$-\frac{1}{8}R5$. Diese neue Fläche war häufiger gut messbar.

Die Winkel für Y lagen zwischen den engen Grenzen 20° 10′ und 20° 35′.

Für X wurden sie zwischen 30° 30′ und 31° gefunden.

$-\frac{1}{20}R13$. Jenseits der vorigen, in der Nähe der nebenstehenden wurden öfters Reflexe gefunden, z. B. im Abstande $Y = 23°$.

$\frac{1}{7}R5$. Grenzwerthe für $X = 34°$, 36°, 37°.

Die letzteren Werthe nähern sich denjenigen, welche den Flächen $\frac{2}{11}R4$ und $\frac{1}{5}R\frac{11}{3}$ entsprechen würden.

$\frac{1}{4}R3$. Grenzwerthe von X 40⁰ bis 41⁰.

Zwischen $\frac{1}{4}R3$ und $R3$ besteht am Kopfe der Krystalle eine grosse Lücke, die nur gelegentlich von vereinzelten, variablen Reflexen erfüllt wird, welche Reflexe (mit $X =$ 42⁰, 46⁰ und 54⁰) sich bald der Lage von $\frac{4}{13}R\frac{5}{2}$, bald $\frac{4}{7}R\frac{3}{2}$ mehr nähern und in gewissem Sinne die an dem entgegengesetzten Ende des Krystalles auftretenden Flächen $R\frac{3}{2}$ und $R\frac{5}{3}$ oben vertreten; die ersteren Flächen aber liegen alle noch oberhalb R, die beiden letzteren dagegen unterhalb der positiven Grundrhomboëderfläche, die jedoch hier wie dort fehlt.

An der lichten Varietät wurde $R\frac{5}{3}$ vorherrschend bemerkt, neben $R\frac{3}{2}$.

$R\frac{3}{2}$ und $R\frac{5}{3}$ sind häufig durch eine Streifenzone verbunden, worin Culminationsreflexe erscheinen, die eine mittlere Stellung einnehmen durch $\frac{Z}{2} = 41^0\,5' - 42^0\,10'$ und $Y = 15^0\,30' - 16^0\,40'$.

$R3$. Häufig vertreten durch Vicinalflächen mit $\frac{Z}{2} = 23^0\,14'$, $25^0\,40'$, $26^0\,10'$.

$R\frac{7}{2}$. Vicinalfläche dazu mit $\frac{Z}{2} = 20^0\,15' - 20^0\,27'$ (dunkle Stufen).

$R4$. Vicinalfläche dazu mit $\frac{Z}{2} = 18^0\,5' - 18^0\,20'$.

$R\frac{14}{3}$. Grenzwerthe $\frac{Z}{2} = 16^0\,14' - 16^0\,50'$. Vicinalfläche dazu mit $\frac{Z}{2} = 17^0\,40'$.

$R5$. Grenzwerthe von $\frac{Z}{2} = 15^0\,30' - 15^0\,40'$.

$R\frac{16}{3}$. Grenzwerthe von $\frac{Z}{2} = 13^0\,15' - 14^0\,40'$; der erstere Werth entspricht ungefähr dem von Fläche $R\frac{17}{3}$.

$R7$ und $R8$, bei der dunklen Varietät auch o h n e Vicinalflächenbegleitung für sich allein auftretend.

$-2R\frac{3}{2}$. Aus gewissen Winkeln zu schliessen, dürften ausser der nebenstehenden auch $-2R2$ und $-2R\frac{7}{3}$ als locale Bildungen auftreten.

Bezüglich $-4R\frac{3}{2}$ und $-5R\frac{7}{5}$ sei hier bloss bemerkt, dass für die Grenzwerthe des Y der an den Kanten zum Vorschein kommenden Flächen zumeist Winkel von 16⁰—18⁰ gefunden wurden, woraus sich als wahrscheinlich ergiebt, dass, wenn auch die oscillirende Streifung (S') auf $\infty P2$ fast ausschliesslich von $-5R\frac{7}{5}$ veranlasst wird, der Abschluss selbst schliesslich doch zumeist von $-4R\frac{3}{2}$ oder ähnlich gelegenen Flächen gebildet wird.

Unsymmetrischer Zwilling, hemitrop nach $\infty P2$.

Bei der ausserordentlichen Verschiedenheit der Flächenanlage am oberen und unteren Ende der Krystalle, womit, wie eben erörtert wurde, der Hemimorphismus im gegebenen Falle verbunden ist, sollte man erwarten, dass auch jedes nur halbwegs entwickelte Individuum der untersuchten Stufen seine hemimorphe Natur schon auf den ersten Blick verrathen werde.

Dies ist aber keineswegs der Fall!

Im Gegentheil finden sich da sehr viele Individuen, die bei nur etwas flüchtiger Betrachtung keine Spur von Hemimorphismus zu besitzen scheinen und fast noch häufiger sind solche, die sich erst bei der genauesten Untersuchung als hemimorph zu erkennen geben.

Diese Thatsache ist auf die folgenden zwei Umstände zurückzuführen.

Zunächst darauf, dass die meisten Krystalle aufgewachsen sind, und zwar wie gesagt immer in der Art, dass sie das mit den stumpfen negativen Rhomboëdern und Skalenoëdern versehene Ende (also ausschliesslich einen und denselben Pol) nach aufwärts kehren, während das entgegengesetzte Ende der von dem verwendeten Prisma gebildeten Säule sich in der Unterlage verliert.

So kann es geschehen, dass die charakteristischen steilen negativen Skalenoëderflächen der Unterseite in der Unterlage gleichsam versteckt bleiben, d. h. gar nicht zur Ausbildung gelangen.

Das einzige Anzeichen von Hemimorphismus, welches dann übrig bleibt, ist die eigenthümliche Einseitigkeit der beiden Streifungen S und S' auf $\infty P2$, welche sich, wofern dieselben nur einigermassen deutlich entwickelt sind, auch in einem einseitigen Lichtbilde zu verrathen pflegt.

Wenn die Streifung sehr fein wird, hört auch dieses Kennzeichen auf.

Der zweite Umstand, welcher geeignet ist, die hemimorphe Natur der Krystalle zu verhüllen, besteht in einer besonderen Art von Zwillingsbildung, welche geradezu darauf ausgeht, den Hemimorphismus gleichsam aufzuheben.

Wenngleich zwillingsgemässe Verwachsungen auf den untersuchten Stufen überhaupt keine Seltenheit und namentlich häufig jene Zwillinge zu finden waren, wobei eine Polkante des Rhomboëders $-\frac{1}{2}R$ zusammenfällt, die Hauptaxen aber Winkel bilden, oder analoge Zwillinge nach der Fläche eines steileren negativen Rhomboëders (vielleicht $-2R$), also gleichfalls Zwillinge mit geneigten Axensystemen, auf welche aber hier nicht weiter eingegangen werden soll, — so ist der gleich näher zu beschreibende Zwilling, welcher zu denjenigen mit parallelen Axensystemen gehört, für unser Vorkommen b e s o n d e r s t y p i s c h.

Der zwillingsartige Charakter der Vereinigung, die zwillingsgemässe Orientirung der Individuen besteht in diesem Falle darin, dass die vereinigten Individuen sämmtliche Prismenflächen $\infty P2$, mithin gleichzeitig jene Kante, die der Verticalaxe entspricht, gemein, resp. parallel haben.

Dass gleichzeitig die Endflächen R und die Zwischenaxen parallel liegen, ist selbstverständlich, jedoch für diesen speciellen Fall, wie noch später dargethan wird, weniger charakteristisch.

Durch die vorstehenden Angaben ist bereits erwiesen, dass ein Zwilling vorliegt; die gegenseitige Stellung der zum Zwilling vereinigten Individuen muss aber erst weiter präcisirt werden, da es mehrere Stellungen giebt, welche der gelieferten allgemeinen Definition entsprechen.

Nun würde es zu diesem Zwecke vollständig genügen weiter hinzuzufügen, dass die Zwillingsindividuen unsymmetrisch zu einander stehen.

In der rhomboëdrisch-hemimorphen Abtheilung des hexagonalen Sy-

stems ist nämlich nur ein einziger unsymmetrischer Zwilling bei parallelen Axensystemen denkbar und das ist der vorliegende.

Die Definition: unsymmetrischer Zwilling mit parallelem Axensystem wäre also vollkommen richtig; sie ist aber nicht sehr anschaulich.

So leicht man bei symmetrischer Stellung der Zwillingsindividuen, nach Angabe der Symmetrieebene, die gegenseitige Orientirung derselben sich vorzustellen im Stande ist, so schwer ist es, durch den Mangel von Symmetrie eine bestimmte Orientirung zu fixiren.

Besser wäre die vervollständigte Angabe, dass die Krystalle alle Flächen von $\infty P2$ gemein haben, die gleichnamigen Endpole der Einzelkrystalle auf entgegengesetzter Seite liegen, der Zwilling dabei ein unsymmetrischer sei. Am kürzesten aber lässt sich die gegenseitige Stellung der Individuen wohl fixiren durch den Satz, sie seien hemitrop bezüglich der Ebene $\infty P2$, welcher Satz sonach die beste Definition des vorliegenden Zwillings enthält.

Denn derselbe enthält zunächst eine Rechtfertigung der Bezeichnung Zwilling. Es geht nämlich daraus indirect hervor, dass die vereinigten Individuen nicht nur die Flächen $\infty P2$ parallel oder gemeinsam haben müssen, sondern auch alle jene Randkanten derselben Flächen $\infty P2$, zu denen am Einzelkrystalle Parallele existiren — und das sind im gegebenen Falle der Hemimorphie blos die Verticalkanten sowie die Randkanten des +Grundrhomboëders; nur unter dieser Voraussetzung ist es möglich, dass die betreffenden Individuen nach der genannten Fläche hemitrop sind.

Sodann aber kann nach jenem Satze hinsichtlich der gegenseitigen Stellung der Krystalle nicht länger Zweideutigkeit und Unbestimmtheit mehr bestehen, und kann jeder durch Ausführung der Hemitropie im Gedanken sich sofort selbst davon überzeugen, dass die Zwillingsgruppe als solche keine Symmetrieebene besitzt, dass vielmehr sogar die einzige am Einzelkrystall noch vorhandene Symmetrieebene ($\infty P2$) diese Eigenthümlichkeit bezüglich des Zwillingsgebildes verlieren müsste, daher das Zwillingsgebilde einen unsymmetrischen Eindruck hervorrufen müsste, wenn nicht bemerkenswerther Weise die Individuen so übereinander stehen würden, dass die symmetrischen Halbirenden des oberen Individuums fast ganz in die Verlängerung der Symmetrieebene des unteren Individuums fallen. Man kann übrigens auch diese Eigenthümlichkeit des Zwillings in Form eines Adjectivs mit Leichtigkeit in die obige Definition mit aufnehmen, indem man gemäss der Ueberschrift des gegenwärtigen Abschnittes sagt:

Es seien unsymmetrische Zwillinge, hemitrop bezüglich $\infty P2$.

Es erübrigt nun, nach Fixirung der krystallographischen Orientirung noch ein paar Worte über die gegenseitige Abgrenzung der Individuen, über die Verwachsungsart der Zwillinge beizufügen.

Ein Blick auf die Figg. 3, 4, 5 giebt darüber vollständigen Aufschluss;

mit ihrer Hülfe wird es ganz leicht sein, die hauptsächlichsten Ausbildungsweisen desselben sich vor Augen zu führen.

Ganz allgemein sind, wie daraus hervorgeht, die Individuen derart verwachsen, dass sie mit ihrem zugeschärften Ende einander zugewendet sind und gleichzeitig die einander parallelen Flächen $\infty P2$ der beiden Individuen nahezu oder vollständig zusammenfallen; doch kommt es auch vor, dass das untere Individuum einen etwas grösseren horizontalen Querschnitt besitzt, so dass die Vereinigung gleichsam das Umgekehrte von derjenigen Erscheinung repräsentirt, welche beim Scepterquarze auftritt, wobei die Grenzen der beiden Zwillingsindividuen desto deutlicher hervortreten.

Im ersteren Falle jedoch, wenn die verticalen Säulenflächen beider Individuen vollständig ineinanderfallen und gleichzeitig die steilen negativen Skalenoëderflächen, welche an den einander zugekehrten Polen längs der Zwillingsgrenze erscheinen sollten, gar nicht zur Ausbildung gekommen sind, dann macht der Zwilling auf den ersten Blick vollständig den Eindruck eines einfachen, rhomboëdrisch-hemiëdrischen Krystalles mit parallelflächiger Endigung, also ohne Hemimorphismus (was in Fig. 5 an der linken Kante einigermassen angedeutet erscheint).

In der Regel ist allerdings auch dann noch bei genauerer Betrachtung an dem scheinbar einheitlichen Krystall eine Zwillingsnaht deutlich erkennbar, welche darauf aufmerksam macht, dass sich darunter die Verwachsung zweier oder mehrerer Individuen verbirgt.

Wenn die Streifung S und S' die nöthige Breite besitzt, so erscheint unter diesen Umständen gleichzeitig auf $\infty P2$ wieder ein vollständig antimetrisches Lichtbild von den streifigen Flächencomplexen, indem die Lichtreflexe der beiden Zwillingsindividuen sich ergänzen, der Hemimorphismus der Fläche aufgehoben erscheint.

Der Verlauf der Zwillingsnaht ist in den Figg. 3 und 4 mehr schematisch, in Fig. 5 etwas naturgetreuer zur Darstellung gebracht.

Wie man sieht, kommt dieselbe fast ausschliesslich auf den Säulenflächen zum Vorschein; ausgenommen ist nur der Fall, wo sie ganz unregelmässig verläuft. Sie geht im Allgemeinen der charakteristischen Streifung auf den Prismenflächen parallel, ein Hauptgrund, weshalb sie sich der Beobachtung bisweilen entzieht. Aber auch parallel der Randkante mit $-\frac{1}{2}R$ lässt sich die Grenzlinie der Individuen ziemlich häufig verfolgen.

Die Richtung der Zwillingsgrenze ist übrigens eine wechselnde und entspricht mitunter auch der Horizontalen, also dem Durchschnitte der Endfläche mit dem Prisma, in welchem Falle anzunehmen ist, dass die übereinander liegenden Individuen längs ihren Endflächen mit einander verwachsen sind, während im zuvor erwähnten Falle Flächen der Streifenzone

als Verwachsungsebenen zu vermuthen sind, wofern die Abgrenzung überhaupt nach Ebenen erfolgt.

Die beiden zuletzt angeführten Thatsachen repräsentiren eine neue Art regelmässiger Verwachsung von Zwillingsindividuen, und zwar nach Flächen, welche weder der Zwillingsebene im bisherigen Sinne parallel noch senkrecht dazu, also auch nicht in der Zone der Zwillingsaxe gelegen sind, welche vielmehr gleichnamigen Zonen angehören, die an beiden Individuen entwickelt sind, die zwar als Zonen zusammenfallen resp. parallel gehen, deren einzelne Flächen aber an beiden Individuen keineswegs parallel liegen.

Stellenweise treten im Verlaufe der Zwillingsnaht bereits Unregelmässigkeiten ein und andererseits kommt es zur Entwicklung von deutlich erkennbaren, im einspringenden Winkel zusammenstossenden Skalenoëderflächen und Rhomboëderflächen.

In diesem Falle ist natürlich der Zwilling als solcher unschwer zu erkennen; die an den Verticalkanten der Prismenflächen einander gegenübertretenden steilen negativen Skalenoëder von der Hauptaxe 6 und 7 und minder steilen positiven Skalenoëder von der Hauptaxe 1 bis 2 sind es namentlich, welche durch die grosse Verschiedenheit ihres Neigungswinkels α den Zwilling deutlich markiren und ihm dadurch, dass sie an den abwechselnden Verticalkanten bald oben bald unten erscheinen, ein höchst charakteristisches Gepräge ertheilen, wovon die Figg. 3 und 4 besonders ein Bild geben sollen.

Die als Abstumpfung der steilen negativen Skalenoëder auftretenden minder steilen Skalenoëderflächen, wie $-2R\frac{3}{2}$, $-R\frac{7}{3}$, schwächen diesen Gegensatz, falls sie vorherrschen, etwas ab, da sich ihr Neigungswinkel demjenigen der im Zwillingseck ihnen gegenüberliegenden positiven Skalenoëderflächen bereits auffallend nähert.

Ich erlaube mir hier nochmals auf die Beeinflussung hinzuweisen, welche die Nähe des Zwillingsindividuums auf die Ausbildung der Flächen des Einzelkrystalles ausgeübt zu haben scheint und welche die Tendenz erkennen lässt, Flächen von ähnlicher Neigung der Hauptaxen oder mindestens von ähnlicher Lage der Durchschnittskanten mit dem Prisma, also symmetrisch und ähnlich denjenigen auszubilden, welche den gegenüberliegenden Flächen und Kanten des Zwillingsindividuums zukommen.

Diese Tendenz scheint sowohl in der Ausbildung von Vicinalflächen der vorhandenen typischen Hauptflächen, als auch in der Ausbildung localer secundärer Flächen ihren Ausdruck zu finden.

Ohne weiter auf diesen Gegenstand einzugehen, will ich mich begnügen, als Beispiel hervorzuheben, dass die steile Streifung auf $\infty P2$ ausnahmslos dem Durchschnitte mit $-5R\frac{7}{5}$ entspricht, welches sonach als typische Fläche erscheint, während die ausschliesslich anstossend an das

Zwillingsindividuum zur Ausbildung gelangende Fläche $-4R\frac{3}{2}$, welche sich bisweilen zu $-4R$ rundet, als gelegentliche Stellvertreterin der vorigen und (im Sinne einer Inductionsfläche) gleichsam als Vicinalfläche derselben erscheint, während ebenso das höher aufwärts gelegene $-R\frac{7}{3}$ höchstwahrscheinlich als Vicinalfläche im eben gebrauchten Sinne zu $-2R\frac{3}{2}$ gehört.

Jedenfalls sind beide als eine Art von Comprommissbildung zu den mehr untergeordneten Flächen dieser Krystalle zu stellen gegenüber den als typischer zu bezeichnenden Flächen $-5R\frac{7}{5}$ und $-2R\frac{3}{2}$. Und ebenso besteht auch die in Fig. 4 abgebildete im einspringenden Winkel entwickelte Streifenzone grösstentheils aus solchen localen, in oscillatorischer Combination mit den Flächen $-2R\frac{3}{2}$ einerseits und einer gerundeten R-Fläche andererseits wechselnden Flächenbildungen.

Hiermit glaube ich das Hauptsächlichste über das Wesen und die Ausbildungsweise der vorstehend beschriebenen Zwillinge erschöpft zu haben und möchte nur noch einiger Eigenthümlichkeiten ihres Auftretens gedenken.

Ich habe die übrigen im hiesigen Institute noch befindlichen Stufen von Rothgiltigerz einer kurzen Prüfung unterzogen und gefunden, dass der bewusste Zwilling für das Andreasberger Vorkommen ziemlich typisch sein dürfte, hier aber stets nur an Krystallen von säulenförmigem Typus unzweifelhaft hervorzutreten pflegt, während eine derartige Zwillingsbildung an Krystallen von skalenoëdrischem Typus mir bisher niemals mit Sicherheit nachzuweisen gelang.

Aber auch an anderen Fundorten scheint derselbe Zwilling mit säulenförmigem Formentypus gar nicht so selten verknüpft zu sein; überhaupt aber traf ich ihn auf den von mir durchgesehenen Stufen viel häufiger an, als diejenigen symmetrisch nach ∞R und symmetrisch nach $0R$. Während an den Individuen der vorhin näher beschriebenen Stufen von Andreasberg von Flächen ∞R, wie bemerkt wurde, nichts wahrzunehmen war, finden sich auf anderen Stufen der hiesigen Institutssammlung, sowohl solchen von Andreasberg als auch Annaberg u. a., zahlreiche Krystalle, welche das Protoprisma in charakteristischer halbflächiger Entwickelung zeigen, manchmal überdies von den Hälften eines zwölfseitigen Prismas begleitet.

Durch dieses Auftreten von $+\frac{\infty R}{2}$ wird aber das Auffinden der Zwillingsnaht, mithin auch die Erkennung des Zwillings, wesentlich erleichtert.

Beim Zwilling, hemitrop nach $\infty P2$, machte sich dieser Umstand in der Weise geltend, dass das Protoprisma $+\frac{\infty R}{2}$ an allen Verticalkanten des Deuteroprismas als Abstumpfung sichtbar war, jedoch abwechselnd bald von oben her bis zu einem bestimmten Punkte herablief, bald (an der

nächsten Kante) von unten her bis zu einem gewissen Punkte heraufkam, welche in verschiedener Höhe gelegenen Punkte durch eine mehr oder weniger feine, um die ganze Säule herumlaufende Trennungslinie (die Zwillingsnaht) verbunden erschienen.

Zwillinge symmetrisch nach $0R$ und ebenso diejenigen symmetrisch nach ∞R werden ausser durch den zur Horizontalen symmetrischen Verlauf der charakteristischen Streifungen auf $\infty P2$ noch dadurch auffällig, dass in beiden Fällen die Flächen $\frac{\infty R}{2}$ nicht an allen, sondern nur an den abwechselnden Kanten von $\infty P2$, dafür aber jedesmal die den beiden Individuen angehörigen gleichzeitig und zwar übereinander erscheinen; doch sind die Flächen des trigonalen Prismas auch dann, wenn sie nahezu oder genau in dieselbe Ebene fallen, an jenen Stellen, wo die beiden Individuen, denen sie angehören, zusammenstossen, durch einen Knick der Kanten oder durch einen einspringenden Winkel meist deutlich getrennt.

Vergleich mit anderen Mineralien.

Der bereits erwähnte Umstand, dass der oben so eingehend beschriebene Zwillingscharakter bisweilen bis zur Unkenntlichkeit verschwinden kann, legt den Gedanken nahe, dass auch beim Calcit, dessen Isogonismus mit dem Rothgiltigerz längst die Aufmerksamkeit aller Forscher erregte, ähnliche Verhältnisse stattfinden.

Wie bereits in meiner vorläufigen Notiz über den Gegenstand (Nr. 3 der Verhandlungen der geol. Reichsanstalt, Wien 1886) bemerkt wurde, habe ich mir vorgenommen, diesem Umstande weiter nachzugehen, und nach einigen Beobachtungen, die ich mittlerweile anzustellen Gelegenheit hatte, möchte ich die Existenz ähnlicher Zwillinge beim Calcit, somit auch den hemimorphen Charakter der Calcitkrystalle, nicht für unwahrscheinlich halten.

Eine andere Frage ist die, ob es so bald gelingen werde, dafür einen ebenso schlagenden Beweis zu finden, wie ihn die hier beschriebenen Pyrargyritstufen für letzteres Mineral zu erbringen gestatteten.

Jedenfalls werden, nach Analogie zu schliessen, die Krystalle, an denen das verwendete Prisma als Träger der Combination erscheint, in dieser Beziehung die meiste Aufmerksamkeit verdienen, da aller Wahrscheinlichkeit nach gerade an ihnen der etwa vorhandene Hemimorphismus der Zwillinge sich am frühesten verrathen wird.

Aber schon in der Seltenheit dieser Calcitcombinationen besteht ein ungünstiger Umstand.

Weitere Schwierigkeiten können daraus hervorgehen, dass möglicher Weise die Verschiedenheit in der Endausbildung der Krystalle an den hemimorphen Polen beim Calcit und eventuell gerade bei jener charakteristi-

schen Combination weniger auffallend ist, als dies beim Pyrargyrit von Andreasberg hier der Fall war.

Endlich hat sich am vorliegenden Zwilling gezeigt, wie durch secundäre Entstehung resp. locale Ausbildung der längs der Zwillingsnaht zusammentretenden Flächen der Gegensatz der gegenüberliegenden Seiten des Zwillingseckes bedeutend abgeschwächt werden und unter ungünstigen Umständen eventuell ganz verschwinden kann.

Auch beim Turmalin sind Zwillingsbildungen, ähnlich den oben beschriebenen, von vornherein nicht undenkbar und weiter zu verfolgen. Bisher konnte ich allerdings sichere Anhaltspunkte für das Vorhandensein derselben an den mir zur Verfügung stehenden Krystallen nicht gewinnen.

Es entsteht endlich noch die Frage, ob der in Rede stehende hemimorphe Pyrargyritzwilling unter den bisher bekannten Zwillingen ein Analogon besitzt.

Ich möchte diese Frage verneinen.

Allerdings sind vom Kieselzink Zwillinge bekannt, die sog. Ergänzungszwillinge nach der Endfläche, welche, namentlich mit Rücksicht auf die bisher gebräuchliche Ausdrucksweise, gewisse Vergleichspunkte darbieten, weil sie eine ganz analoge »Zwillingsebene« und »Zwillingsaxe« besitzen.

Der erwähnte Galmeizwilling ist nämlich nach dem bisherigen Gebrauche zu definiren als:

Zwilling, dessen Zwillingsaxe mit der Normalen zu (100) oder (010), dessen Zwillingsebene daher mit einer der verticalen Pinakoidflächen (100) und (010), welche beide Symmetrieebenen der Einzelkrystalle darstellen, zusammenfällt. Zwillingsaxe ist hier eine zweizählige Symmetrieaxe.

Ebenso verhält es sich mit dem oben beschriebenen Pyrargyritzwilling.

Auch hier erscheint eine verticale Pinakoidfläche (das als Symmetrieebene am Einzelkrystalle fungirende verwendete Prisma) als Zwillingsebene und die dazu senkrechte horizontale Axe (also eine zweizählige Symmetrieaxe) als Zwillingsaxe.

Beides sind Zwillinge mit parallelen Axensystemen.

Allein trotzdem ist zwischen beiden ein grosser Unterschied zu bemerken, auf welchen ich das Hauptgewicht lege, weil ich die obigen Definitionsarten lediglich als das Wesen des Zwillings nicht berührende Hülfsmittel gelten lasse, die eventuell durch bessere ersetzt werden können.

Dieser Unterschied besteht darin, dass der eine Zwilling ein unsymmetrischer ist, der andere zu den symmetrischen gehört.

Viel eher möchte ich darum den citirten nach der Endfläche symmetrischen Kieselzinkzwilling mit jenem längst bekannten Pyrargyritzwilling, der gleichfalls nach der Endfläche symmetrisch ausgebildet ist, vergleichen und für analog erklären, obzwar in dem einen Falle die »Zwillingsebene«

(100) oder (010) eine Symmetrieebene des Einzelkrystalles ist, im anderen $\left(\frac{\infty R}{2}\right)$ dieser Eigenschaft entbehrt, während die Zwillingsaxen allerdings wieder in beiden Fällen als zweizählige Symmetrieaxen erscheinen.

Was nämlich die Ausdrücke »Zwillingsebene« und »Zwillingsaxe«, sowie die Bedenken und Schwierigkeiten betrifft, welche einer consequenten Anwendung derselben bei gewissen überaus einfachen Zwillingen entgegenstehen, so wird man wohl vollständig der Ansicht beipflichten, welche der geniale französische Forscher E. Mallard in seinem jüngsten Aufsatze: Sur la théorie des macles (Bull. soc. min. France No. 9, Dec. 1885, 8, S. 452 etc.) hierüber entwickelt hat und seinem Beispiele folgen.

Dagegen ist Mallard selbst, wie ich glaube, in der Definition der Zwillinge, namentlich aber in der Classification derselben nicht sehr glücklich gewesen, indem er die Verwachsungsebene der Zwillinge in den Vordergrund schiebt und zwei Gruppen bildet, nämlich: Macles, bei denen die Individuen nach einer ebenen Fläche aneinandergefügt sind (juxtaposé) — die er allein als echte Zwillinge anerkennen will — und: Groupements par penétration, wo die zwillingsgemäss orientirten Substanzen einander durchdringen, ihre Abgrenzungsfläche unregelmässig verläuft.

Mallard hat auf der einen Seite die Zwillingsdefinition allerdings wesentlich vereinfacht, dagegen auf der anderen Seite neue Complicationen geschaffen, weil eben jene Vereinfachung nur dadurch erzielt wurde, dass er eine ganze Reihe von Zwillingen, die anerkanntermassen echte Zwillinge sind und solche bleiben müssen, die aber jener von ihm gegebenen einfachen Definition nicht subsumirt werden können, als groupements par penétration ausgeschieden hat.

Indem ich den theoretischen Theil des Mallard'schen Aufsatzes gänzlich bei Seite lasse, möchte ich mir hier blos erlauben darauf hinzuweisen, dass jene Eintheilung den natürlichen Verhältnissen nicht vollkommen zu entsprechen scheint, schon deshalb nicht, weil danach dieselbe krystallographische Orientirung bald zu einem echten Zwilling (seiner ersten Gruppe), bald zu einer Vereinigung führt, die seiner zweiten Gruppe zuzuzählen, daher nicht mehr als echter Zwilling zu betrachten wäre.

Es liessen sich zahlreiche Beispiele dafür anführen.

Abgesehen davon, dass es keinen echten Zwilling im Sinne Mallard's giebt, bei dem nicht in einem speciellen Falle auch eine unregelmässige Abgrenzung der Zwillingsindividuen, wenigstens stellenweise, bereits beobachtet worden wäre, sind andererseits Fälle genug bekannt, wo Gruppirungen, die er als »groupements par penétration« aufführt, als Juxtapositionszwillinge ausgebildet, durch vollkommen ebene Flächen getrennt erscheinen und in diesem Sinne in die erste Gruppe gestellt werden müs-

sen; ich brauche nur an gewisse Periklinzwillinge und Carlsbader Plagioklaszwillinge zu erinnern.

Dadurch wird aber die Definition jedes speciellen Falles von Neuem sehr weitläufig und unbestimmt, was ja gerade vermieden werden sollte.

Auch der oben beschriebene Pyrargyritzwilling spricht gegen die Brauchbarkeit der Mallard'schen Eintheilung:

Bei Berücksichtigung der mannigfaltigen Verwachsungsarten der Individuen, welche daran constatirt werden konnte, kommt man in Verlegenheit, ob man denselben gemäss der Mallard'schen Zwillingsdefinition überhaupt noch als echten Zwilling auffassen dürfe.

Und doch kann meiner Meinung nach darüber nicht der geringste Zweifel bestehen, dass man es hier mit einem wahren Juxtapositions- resp. mit einem Superpositions-, einem Ueberlagerungszwilling zu thun habe, was übrigens für den Fall, wo $0R$ als Abgrenzungsebene erscheint, mit der Mallard'schen Definition ganz gut übereinstimmt, bei jeder anderen Abgrenzungsfläche und bei dem stellenweise ja gleichfalls constatirten unregelmässigen Ineinandergreifen der Individuen derselben widerspricht.

Der so häufig wechselnde Charakter der Abgrenzung der Zwillingsindividuen gegen einander scheint mir vielmehr hinsichtlich des Wesens der Zwillinge zu einer Auffassung hinzuführen, welche in gewissem Sinne derjenigen entgegengesetzt ist, die Mallard l. c. Eingangs seines Aufsatzes aussprach und scheint mir zu beweisen, dass eine bestimmte Verwachsungsart der Zwillingsindividuen nicht zum Wesen eines Zwillings gehört, sondern lediglich als Ausbildungsweise desselben aufzufassen sei.

Zur weiteren Begründung der vorstehend gemachten Einwände, zur Rechtfertigung meiner eigenen Ansicht von den Zwillingen, sowie der Definition, welche speciell von dem hier beschriebenen Pyrargyritzwillinge gegeben wurde, möge es mir noch gestattet sein, einige allgemeine Betrachtungen über Definition und Classification der Zwillinge überhaupt dem vorliegenden Aufsatze folgen zu lassen und sei nur noch bemerkt, dass die nachfolgenden Erörterungen auf erschöpfende Behandlung des Gegenstandes keinen Anspruch machen und jede Theorie der Zwillingsbildung selbst gänzlich bei Seite lassen.

Zur Definition und Classification der Zwillinge.

Darüber wenigstens sind heute wohl alle Autoren einig, dass die Zwillinge eine bestimmte Art gesetzmässiger Vereinigung von Krystallindividuen desselben Minerales darstellen und dass die Gesetzmässigkeit der Vereinigung sowohl die gegenseitige Orientirung als auch die gegenseitige Abgrenzung betreffen kann. Während aber in ersterer Beziehung, was nämlich die gesetzmässige krystallographische Orientirung der zusammentretenden Individuen betrifft, jeder Zweifel ausgeschlossen erscheint, dass

dieselbe zum Wesen eines Zwillings gehört und deshalb in der allgemeinen Definition enthalten sein müsse, ist mit Rücksicht auf die bei einem und demselben Zwilling oft sehr variable Verwachsungsart die Frage gerechtfertigt, ob auch eine bestimmte Art gesetzmässiger Abgrenzung der mit einander verbundenen Individuen zu einem echten Zwilling unbedingt erforderlich sei.

Ueber diesen Punkt sind die Ansichten bisher getheilt.

Auf Grund zahlreicher eigener Beobachtungen, welche namentlich Plagioklaszwillinge betreffen, möchte ich mich der allgemeiner verbreiteten Ansicht anschliessen, welche in einer gewissen Regelmässigkeit der gegenseitigen Abgrenzung der zum Zwilling vereinigten Individuen eine zwar sehr häufige, aber zum Wesen des Zwillings nicht unbedingt gehörige Erscheinung erblickt, die aus dem angeführten Grunde in die allgemeine Definition eines Zwillings nicht aufzunehmen ist.

Die Gesetzmässigkeit in der krystallographischen Orientirung, welche allen Zwillingen gemein ist, und welche daher kurz als zwillingsgemässe Orientirung bezeichnet werden könnte, hat Tschermak in seinem bekannten Aufsatze »Zur Theorie der Zwillingskrystalle«*) wohl zuerst in klarer Weise formulirt.

Im Anschlusse daran gelangt man zur folgenden Definition:

Ein Zwilling besteht in der unvollständig parallelflächigen Vereinigung zweier Krystallindividuen desselben Minerales bei paralleler Orientirung einer gleichnamigen Fläche und einer gleichnamigen in ihr gelegenen Kante. Diese Definition, welche lediglich von Begrenzungselementen der Krystalle ausgeht und es vermeidet, sich auf irgend welche Theorie von der Entstehung der Zwillinge zu stützen, schliesst eine ganz bestimmte Gruppe von unvollkommen parallelen Verwachsungen in sich ein. Die Abgrenzung und Zusammenfassung dieser Gruppe erscheint mir aber als eine ganz logische und naturgemässe, die sich, wie die nachfolgenden Erörterungen darthun dürften, wohl auch vom theoretischen Standpunkte aus rechtfertigen lässt.

Hinsichtlich der Gesetzmässigkeiten, die in der gegenseitigen Stellung zweier Individuen von bestimmter krystallographischer Orientirung überhaupt zum Vorschein kommen können, lassen sich mit Rücksicht auf die beiden einfachsten Begrenzungselemente (Flächen und Kanten) die folgenden vier Gruppen von Verwachsungen denken, welche zwischen regelloser und vollständig paralleler Verwachsung die Mitte einnehmen.

1) Mit Gemeinsamkeit oder Parallelismus von je einem beliebigen,

*) Tschermak's mineralog. und petrogr. Mitth. 2, S. 499 (1879). Diese Zeitschrift 5, 384.

nicht gleichnamigen Begrenzungselemente, sei es einer beliebigen nicht gleichnamigen Fläche, sei es einer beliebigen nicht gleichnamigen Kante.

Es sind nicht nur bezüglich jeder bestimmten Combination unzählige Vereinigungen denkbar, welche unter diese Gruppe fallen müssten, sondern auch bezüglich jeder einzelnen Fläche oder Kante eine grosse Anzahl von hierher gehörigen Fällen möglich. Also auch dann, wenn man sich auf die wichtigsten und einfachsten Flächen und Kanten jeder Combination beschränkt, ist die Zahl der hierher gehörigen Fälle gänzlich unbestimmt.

Diese Gruppe ist also die umfangreichste, dabei von der geringsten Gesetzmässigkeit; sie kommt in der Natur fast gar nicht vor.

2) Mit Gemeinsamkeit oder Parallelismus von je einem gleichnamigen Begrenzungselement.

Die Zahl der hierher gehörigen Verwachsungen ist ebenso unbestimmt wie in der vorigen Gruppe; Beispiele liefern manche büschelförmig aggregirte Minerale.

3) Gemeinsamkeit oder Parallelismus von zweierlei jedoch ungleichnamigen Begrenzungselementen führt zu einer Gruppe von Verwachsungen, welche, bei Beschränkung der Betrachtung auf die wichtigsten und einfachsten Flächen, bereits eine geringere Anzahl von Fällen in sich begreift. Derartige Verwachsungen dürften bei Grenzformen und bei gewissen mimetischen Krystallen eine Rolle spielen und in jenem speciellen Falle, wo im Zusammenhange damit eine Art cyclischer Vertauschung analoger, aber nicht gleichnamiger, Flächen und Kanten in mehrmaliger Wiederholung eintritt, auch einen eigenen Namen verdienen.

4) Gemeinsamkeit oder Parallelismus von zweierlei, aber nicht allen, gleichnamigen Begrenzungselementen, also mindestens einer gleichnamigen Fläche nebst einer in ihr gelegenen gleichnamigen Kante.

Diese wohlbegrenzte Gruppe, welche nach der obigen Definition sämmtliche Zwillinge umfasst, wird besonders dadurch charakterisirt, dass, wie wir sehen werden, bezüglich jeder bestimmten Fläche und jeder bestimmten Kante derselben im Ganzen sechs Orientirungen überhaupt denkbar sind, welche zu einer dieser Gruppe angehörigen Vereinigung hinzuführen vermögen.

Bei dem Umstande, dass von jenen sechs Orientirungen überdies in den meisten Fällen nur drei von einander wirklich verschieden sind, weil zwei und zwei gewöhnlich mit einander zusammenfallen*), ist es klar, dass die

*) Eine Ausnahme davon bilden nur die Krystalle mit mangelndem Flächenparallelismus, also diejenigen, welche den hemimorphen und den Abtheilungen mit geneigtflächiger Hemiëdrie angehören, wo alle sechs Orientirungen verschieden sein können. Es ist aber die Frage, ob die danach möglichen Zwillinge in der Natur wirklich alle vorkommen, wenigstens fehlen noch Beispiele dafür.

Anzahl der Fälle, welche sie einschliesst, von vornherein schon eine ganz beschränkte wird, wofern wieder blos die wichtigsten und einfachsten Flächen in Betracht kommen, was dem thatsächlichen Vorkommen bisher auch am besten entspricht.

Dieselbe Gruppe stellt sich als diejenige Art von unvollständig paralleler Verwachsung dar, welche sich der vollständig parallelen Verwachsung mit Gemeinsamkeit oder Parallelismus von allen gleichnamigen Begrenzungselementen am meisten nähert und doch andererseits streng davon geschieden ist. An die Definition eines jeden bestimmten Zwillings wird man nun dem bisher Gesagten gemäss folgende Anforderungen zu stellen haben:

1) Es muss aus derselben hervorgehen, dass die in Rede stehende Vereinigung in der That zu den Zwillingen gehört.

Dies wird der Fall sein, wenn die Fläche und Kante, welche beide Individuen gemein oder parallel haben, direct angegeben wird oder wenigstens indirect daraus zu entnehmen ist.

2) Da bezüglich jeder bestimmten Fläche und darin gelegenen Kante des einen Individuums mehrere Stellungen des zweiten möglich sind, welche dem allgemeinen Zwillingsgesetze entsprechen, so muss die speciell vorliegende jedesmal noch genau präcisirt werden.

Mit einem Worte, jede richtige und vollständige Zwillingsdefinition muss zugleich die »specielle zwillingsgemässe Orientirung« beider Individuen in klarer, unzweideutiger Weise angeben.

Auf je kürzerem Wege dies geschieht und je anschaulicher die gegenseitige Stellung der Zwillingsindividuen dabei zum Ausdrucke kommt, desto besser wird die Definition sein.

Wenn man die Wahl hat, einen und denselben Zwilling auf verschiedene Weise zu definiren, dann kann aus dem letzteren Grunde auch die gegenseitige Abgrenzung der Individuen von Bedeutung werden und wird dann auch die Verwachsungsart der Individuen Berücksichtigung verdienen.

Von den eben ausgesprochenen Gesichtspunkten aus will ich es nun versuchen, die allgemeinen Principien zu entwickeln, welche mir für jede specielle Zwillingsdefinition massgebend erscheinen. Da ist es vor Allem nöthig, dass man sich die verschiedenen Stellungen vor Augen führt, welche dem zweiten Individuum — unter der Bedingung, dass eine gewisse Fläche und eine gewisse in dieser gelegene Kante gemeinsam oder parallel bleiben — bezüglich des ersten gegeben werden können.

Zu diesem Zwecke aber hat man bloss zu untersuchen, wie sich die folgenden drei, zu jener Fläche und Kante in gesetzmässiger Beziehung stehenden Ebenen verhalten, nämlich:

a) Eine zur betreffenden Fläche parallele Ebene, die selbstverständlich auch jene gemeinsame Kante in sich enthält.

b) Eine zur betreffenden Kante und Fläche senkrechte Ebene.

c) Eine zur betreffenden Fläche senkrechte, der betreffenden Kante aber parallele Ebene.

Bezüglich jeder dieser drei Ebenen hat man sich nun die einfache Frage zu beantworten, ob durch symmetrische Anlagerung zu denselben oder durch Hemitropie um eine Normale zu denselben oder durch beides Rückkehr in die Ausgangsstellung herbeigeführt wird oder ob dabei eine von der ursprünglichen verschiedene Stellung zu Stande kommt.

Mit Rücksicht auf den letzteren Fall, welcher über alle bezüglich der betreffenden Fläche und Kante möglichen Zwillinge Rechenschaft giebt, wird man auch kurz sagen können:

Es ist zu untersuchen, ob Symmetrie oder Hemitropie oder beides bezüglich der betreffenden Ebenen möglich ist (resp. zu einem Zwilling führen kann).

Da sind zwei Fälle zu unterscheiden:

Ist die betreffende Ebene keine Symmetrieebene, so kann sowohl durch symmetrische Orientirung zu derselben, als auch durch Hemitropie bezüglich derselben Zwillingsbildung stattfinden.

Während jedoch die beiden daraus hervorgehenden Zwillingsstellungen bei den holoëdrischen Krystallen nothwendig zusammenfallen, können sie bei den hemiëdrischen von einander verschieden sein und sind jedenfalls verschieden bei den hemimorphen Individuen.

Ist die betreffende Ebene Symmetrieebene, dann ist ein symmetrischer Zwilling nach derselben natürlich nicht möglich; jede Anlagerung symmetrisch zu ihr führt zur Ausgangsstellung zurück.

Dagegen ist auch dann noch ein um ihre Normale hemitroper Zwilling möglich, wenn man es beispielsweise, wie oben beim Pyrargyrit, mit einem hemimorphen Mineral zu thun hat.

Aus den vorstehenden Erörterungen geht bereits hervor, dass es zwei grosse Abtheilungen von Zwillingen geben muss:

nämlich solche, bei denen die zwillingsgemäss vereinigten Individuen bezüglich einer gewissen Ebene symmetrisch orientirt sind (symmetrische Zwillinge),

und solche, wo eine derartige Symmetrieebene hinsichtlich des Zwillingsbaues nicht existirt (unsymmetrische Zwillinge).

Mit Rücksicht darauf, dass sämmtliche unsymmetrischen Zwillinge gleichzeitig hemitrop sind, die symmetrischen jedoch nur zum Theile auch durch Hemitropie nachgeahmt werden können, lassen sich die Zwillinge auch in folgende Gruppen zusammenstellen:

A. Symmetrische Zwillinge, die gleichzeitig hemitrop sind.

B. Symmetrische Zwillinge, die nicht hemitrop sind.

C. Unsymmetrische Zwillinge, sämmtlich hemitrop.

Die Gruppe A ist bei weitem die umfangreichste, denn hierher gehören nicht nur sämmtliche Zwillinge holoëdrischer Krystalle, sondern auch gewisse Zwillinge hemiëdrischer und hemimorpher Krystalle.

Die Gruppen B und C haben das Gemeinsame, dass sie beide nur in den geneigtflächig-hemiëdrischen, den trapezoëdrischen und den hemimorphen Abtheilungen der Krystallsysteme ihre Vertreter besitzen.

Ich bin der Meinung, dass man in der Gruppe B jeden Zwilling nicht besser (d. h. kürzer und anschaulicher) definiren kann, als durch Angabe derjenigen Ebene, bezüglich welcher Symmetrie stattfindet, und dass man ebenso in Gruppe C die specielle zwillingsgemässe Orientirung gar nicht kürzer und leicht fasslicher fixiren kann, als durch Angabe jener Elemente, bezüglich deren Hemitropie stattfindet.

Wenn die Hemitropie sich auf ein an dem betreffenden Einzelkrystall wirklich vorhandenes einfaches Begrenzungselement (sei es Fläche oder Kante) bezieht, dann ist sie übrigens ganz anschaulich; aber auch dann, wenn das Gesagte nicht der Fall ist, dürfte, wie sich zeigen wird, kein besseres Auskunftsmittel für die gleichmässige einheitliche Zwillingsdefinition in der Gruppe C zu finden sein.

In Gruppe A hat man die Wahl zwischen der Definition durch Symmetrie und Hemitropie.

Da wird man sich für das eine oder das andere zu entscheiden haben, je nachdem sich die Symmetrie auf eine an den Zwillingsindividuen wirklich vorhandene (respective mögliche einfache) Fläche, oder die Hemitropie auf ebensolche Flächen oder Kanten bezieht.

Als oberster Grundsatz aber muss gelten, dass die Definition unter übrigens g l e i c h e n Umständen stets durch Symmetrie zu erfolgen habe, weil diese weit anschaulicher ist als die Hemitropie, und jeder Schein, als ob die Hemitropie mehr wäre als ein blosses didaktisches Hülfsmittel und etwa zur Entstehung der Zwillinge in Beziehung stünde, so viel als eben möglich, zu vermeiden ist.

Die hier ausgesprochenen Behauptungen und Vorschläge werden sich am besten durch charakteristische Beispiele beleuchten und an ihrer Hand begründen lassen.

Gruppe B — C.

Wenn wir den Charakter derjenigen Fläche und Kante ins Auge fassen, welche als gemeinsame (resp. parallele) Fläche und Kante einer bestimmten Zwillingsbildung zu Grunde liegen kann, so werden offenbar diejenigen Flächen (und Kanten) den a l l g e m e i n s t e n Fall repräsentiren, zu denen Gegenflächen (und Gegenkanten) gar nicht existiren und die ferner auch keine Symmetrieaxe besitzen (resp. selbst keine solchen sind).

In solcher Weise würde sich beispielsweise irgend eine Pyramidenfläche $P(hkl)$ beim hemimorphen Kieselzink verhalten.

Bezüglich einer solchen Pyramidenfläche P wären unter Annahme der Gemeinsamkeit oder des Parallelismus der in der Endfläche ($c = 001$) gelegenen Kante $P:c$ im Ganzen sechs Stellungen denkbar, welche genau den oben durchgesprochenen, bezüglich einer bestimmten Fläche und bestimmten Kante möglichen Zwillingsorientirungen entsprechen würden und die auf folgende Weise zu definiren wären:

α) Zwilling, symmetrisch nach P.

Dadurch ist die betreffende Zwillingsstellung bereits vollkommen fixirt.

Zur weiteren Veranschaulichung des Zwillings und um die Wiedererkennung des Zwillings zu erleichtern, liessen sich noch die folgenden Daten verwerthen und in Form einer Erklärung etwa noch beifügen, nämlich:

Die Zonenverhältnisse der Zwillingsgruppe, ein charakteristischer Winkel (etwa zwischen zwei Pinakoidflächen) und endlich die Lage der gleichnamigen Endpole der hemimorphen Einzelkrystalle bezüglich der gemeinsamen Fläche.

Wenn unter C der Normalenwinkel verstanden wird, den die beiden Endflächen $c(001)$ und c'[(001) des Zwillingsindividuums] mit einander einschliessen und ebenso unter γ der Normalwinkel $P:c$ des Einzelkrystalles, so müssten diese Angaben etwa folgende Form annehmen:

Die Zwillingsindividuen haben die Fläche P gemeinsam, sämmtliche zu ihr hinführenden Zonen-Ebenen parallel*), die gleichnamigen Endpole liegen zu beiden Seiten der gemeinsamen Fläche P, der Winkel C ist ein einspringender und gleich $180^0 - 2\gamma$.

β) Unsymmetrischer Zwilling, hemitrop zu P.

Da sich die Hemitropie hier auf eine wirklich vorhandene Fläche bezieht, so ist die vorstehende Definition auch sehr anschaulich.

Dazu gehört die Erklärung:

Unsymmetrischer Zwilling, bei welchem die Flächen P zwar parallel liegen, und auch ihre Randkanten parallel liegen, nicht aber in einander fallen; kurz gesagt: Fläche P parallel aber nicht völlig gemeinsam, trotzdem aber sämmtliche zur Fläche P gehenden Zonen-Ebenen wieder parallel gestellt, gleichnamige Pole auf ein und derselben Seite von Fläche P, Winkel C ein ausspringender und $= 2\gamma$.

γ) Zwilling, symmetrisch nach einer zur Kante $P:c$ senkrechten Ebene.

Erklärung: Zone $P:c$ völlig gemeinsam (d. h. sämmtliche Flächen dieser Zone parallel gestellt), dabei die gleichnamigen Endpole auf ein und derselben Seite der Fläche P gelegen, Winkel $C = 0$.

---

*) Nicht aber die einzelnen Flächen dieser Zonen parallel.

δ) Unsymmetrischer Zwilling, hemitrop um die gemeinsame Kante $P:c$.

Erklärung: Die Zone $P:c$ wieder völlig gemeinsam, die gleichnamigen Pole aber auf den entgegengesetzten Seiten der Fläche P gelegen, Winkel $C = 0$, Mangel von Symmetrie.

ε) Zwilling symmetrisch nach einer zur Kante $P:c$ parallelen und zu P senkrechten Ebene.

Erklärung: Nur die zu $P:c$ (als Zonenaxe) senkrechte Zonen-Ebene ist in beiden Individuen parallel gestellt, die gleichnamigen Endpole liegen auf derselben Seite der Fläche P, Winkel $C = 2\gamma$.

ζ) Unsymmetrischer Zwilling, hemitrop um eine in P gelegene zur Kante $P:c$ Normale.

Erklärung: Nur die Ebene der Zone $P:c$ parallel gestellt (ganz wie im vorigen Falle), die gleichnamigen Endpole jedoch auf beiden Seiten von P gelegen, $C = 180^0 - 2\gamma$, Mangel von Symmetrie.

Wenn man die Anzahl der gemeinsamen resp. parallel gestellten Begrenzungselemente in Betracht zieht, so repräsentiren die Zwillinge α und β mit Parallelstellung sämmtlicher zur gemeinsamen Fläche führenden Zonen-Ebenen den höchsten, ε und ζ mit Parallelstellung einer einzigen zur gemeinsamen Fläche führenden Zonen-Ebene (nämlich derjenigen, die zur gemeinsamen Kante senkrecht steht) den geringsten und endlich γ und δ mit vollständiger Gemeinsamkeit der zur gemeinsamen Kante senkrechten Zone (d. h. mit Parallelstellung sämmtlicher dieser Zone angehörigen Flächen) einen mittleren Grad von gesetzmässigen Beziehungen zweier zwillingsgemäss orientirter Individuen.

In den vorstehend mit α, β, δ bezeichneten Fällen beziehen sich Symmetrie und Hemitropie auf an den betreffenden Krystallen wirklich vorhandene (oder mögliche einfache) Begrenzungselemente; da lässt die Anschaulichkeit der Definition durch Hemitropie und Symmetrie nichts zu wünschen übrig.

In den Fällen γ, ε, ζ findet diese Beziehung nicht statt.

Hier könnte unter Vermeidung der Ausdrücke Symmetrie und Hemitropie allerdings auch auf andere Weise jeder der drei Fälle unzweideutig bestimmt werden, etwa durch zwei der oben als Erklärung beigefügten Daten, unter gleichzeitiger Angabe der betreffenden gemeinsamen (resp. parallelen) Fläche P.

So würde z. B. im Falle γ) die Angabe: Symmetrischer Zwilling bei Parallelismus der Fläche P und völliger Gemeinsamkeit der Zone $P:c$,

im Falle ε) die Angabe: Symmetrischer Zwilling bei Parallelismus der Fläche P und bei Parallelismus einer einzigen, nämlich der zur Kante $P \cdot c$ senkrechten Zonen-Ebene,

und endlich im Falle ζ) die Angabe: Unsymmetrischer Zwilling bei

Parallelismus der Fläche *P* und einer einzigen, nämlich der zur Kante *P*: *c* senkrechten Zonen-Ebene,

die specielle zwillingsgemässe Orientirung unzweideutig fixiren.

Allein hinsichtlich γ) und ε) wird man mir gewiss zugeben, dass die vorstehenden Angaben die obige Definition durch Symmetrie an Kürze und Uebersichtlichkeit keineswegs übertreffen, dass es hingegen entschieden leichter und weniger umständlich ist, nach Kenntniss der Symmetrieebene die gegenseitige Stellung der Individuen sich im Gedanken zu vergegenwärtigen, den Zwilling also zu construiren, als nach den vorstehenden Angaben.

Was endlich den letzten Fall (ζ) betrifft, so muss zugestanden werden, dass weder die Definition durch Hemitropie, noch auch diejenige mit Hülfe der charakteristischen Zonenverhältnisse besonders anschaulich ist.

Hier möchte ich aber der Definition durch Hemitropie, welche der anderen hinsichtlich Kürze und Anschaulichkeit ungefähr gleichwerthig gegenübersteht, hauptsächlich schon deshalb den Vorzug ertheilen, damit die Einheitlichkeit der Zwillingsdefinition gewahrt bleibe. Mit Rücksicht darauf, dass der unter ζ) aufgezählte Fall auch insofern vereinzelt dasteht, als bis jetzt wenigstens noch kein hierher gehöriges Beispiel bekannt geworden ist (was allerdings damit zusammenhängen könnte, dass Zwillinge mit geneigten Axensystemen bei hemimorphen Mineralien noch sehr wenig zum Gegenstand des Studiums gemacht wurden), daher noch die Frage offen ist, ob solche Zwillinge in der Natur überhaupt vorkommen — würde es jedenfalls wenig gerechtfertigt erscheinen, um seinetwillen das Princip der Zwillingsdefinition zu compliciren.

Gruppe A.

Wir kommen nun zur Betrachtung derjenigen symmetrischen Zwillinge, welche gleichzeitig hemitrop sind und wollen davon zunächst wieder die Zwillinge der holoëdrischen Krystalle ins Auge fassen, welchen bei weitem die Mehrzahl der Zwillinge zuzuzählen ist. Das beste Beispiel für alle Arten von Zwillingsbildung in holoëdrischen Systemen bieten jedenfalls die Plagioklase dar.

Es wird für unseren Zweck vollkommen genügen, drei der bekanntesten Plagioklaszwillinge hinsichtlich ihrer Definition durchzusprechen:

1) Der oben (S. 137) mit a) bezeichnete Fall, wo sich die Angaben der Symmetrie resp. Hemitropie auf die beiden Individuen gemeinsame Fläche selbst zu beziehen haben, wird repräsentirt durch den sogenannten Albit-Zwilling.

Beide Individuen haben bekanntlich die Fläche *M* gemein und sind bezüglich dieser Fläche symmetrisch orientirt.

Alle Kanten, die in dieser Fläche liegen, sind gemeinsam; es giebt also eigentlich hier keine charakteristische Kante.

Es ist richtig, dass man die Stellung des zweiten Individuums auch durch Hemitropie um eine Normale zur Fläche *M* erzeugen kann; die Definition des Zwillings als: »hemitrop bezüglich *M*« wäre also nicht falsch.

Allein da die Hemitropie nicht zum Wesen der Zwillinge gehört (wie es ja in der That auch »nicht hemitrope« Zwillinge giebt) und nur als Hülfsmittel der Definition Berechtigung besitzt, der Definition im hier gebrauchten Sinne aber lediglich die Aufgabe zukommt, die zwillingsgemässe Orientirung zu präcisiren, so ist die Anwendung dieses Hülfsmittels hier zu verwerfen, wo der gleiche Zweck durch Angabe der Symmetrie auf einem anschaulicheren Wege erreicht wird.

Es ist daher meiner Meinung nach die Definition:

Zwilling, symmetrisch nach *M* hier als die beste zu betrachten.

2) Ein Beispiel für den oben (S. 138) mit b) bezeichneten Fall liefert der sogenannte Periklin-Zwilling.

Hier haben die zum Zwilling vereinigten Individuen sämmtliche Flächen der Zone der Makrodiagonale parallel, mit andern Worten die zur Makrodiagonale senkrechte Zonen-Ebene vollständig gemeinsam und sind nach dieser Ebene sowohl symmetrisch als hemitrop.

Man könnte daher den Zwilling definiren entweder als

symmetrisch nach einer zur Makrodiagonale senkrechten Ebene, oder als hemitrop um die Makrodiagonale,

oder endlich durch Angabe zweier einfacher Flächen der gemeinsamen Zone etwa in der Weise:

Symmetrischer Zwilling, an welchem *P* und *x* den gleichnamigen Flächen des anderen Individuums parallel sind.

Alle diese Definitionen wären richtig.

Die letzte Definition ist am weitläufigsten.

Die erste nimmt ein am Einzelkrystalle hier nicht vorhandenes Begrenzungselement in Anspruch.

Das ist bei der zweiten Definition nicht der Fall, und darum und weil sie zugleich am kürzesten ist, verdient sie wohl entschieden den Vorzug.

3) Der oben (S. 138) mit c) bezeichnete Fall wird repräsentirt durch jene Art von Carlsbader-Plagioklaszwilling, bei welchem beide *M*-Flächen, nicht aber die übrigen Flächen der verticalen Prismenzone zusammenfallen.

Auch diesen Zwilling könnte man sowohl durch Hemitropie als durch Symmetrie definiren.

Im ersten Falle würde die zwillingsgemässe Orientirung in der Weise angegeben werden müssen:

Zwilling hemitrop um eine in der Fläche *M* gelegene zur verticalen Kante senkrechte Linie.

Im zweiten Falle würde man dieselbe durch folgenden Satz wiederzugeben haben: Zwilling, symmetrisch nach einer zu *M* senkrechten, der Verticalkante parallelen Ebene.

Die zweite Definition ist nicht kürzer als die erste.

Richtig sind beide, da sie nicht nur alle Elemente enthalten, welche beweisen, dass ein Zwilling vorliegt, sondern auch über die gegenseitige Stellung der Zwillingsindividuen keinen Zweifel lassen.

Ich würde aber gemäss den oben entwickelten Principien der zweiten Definition den Vorzug ertheilen, weil sie diese Stellung in anschaulicherer Weise wiedergiebt und jeder Gedanke, als ob dadurch gleichzeitig über das Zustandekommen des Zwillings etwas ausgesagt werden sollte, dabei ausgeschlossen erscheint.

Mit Absicht wurden die Beispiele für die verschiedenen Arten holoëdrischer Zwillinge aus dem triklinen Systeme gewählt, wo es weder Symmetrieebenen noch Symmetrieaxen giebt, jede Fläche also dieser Eigenschaften gänzlich entbehrt und in dem Vorhandensein von Gegenflächen und Gegenkanten die einzige Gesetzmässigkeit besteht.

Dennoch hat sich gegenüber dem zuvor durchgesprochenen allgemeinsten Fall, wo die der Zwillingsbildung zu Grunde liegende Fläche und Kante auch der letzten Gesetzmässigkeit entbehrt, bereits eine bedeutende Vereinfachung herausgestellt, indem bezüglich jeder bestimmten Fläche und Kante bereits nicht mehr als drei verschiedene Zwillingsstellungen möglich waren und von den im früheren Falle denkbaren sechs verschiedenen Orientirungen je zwei und zwei $\alpha = \beta$, $\gamma = \delta$, $\varepsilon = \zeta$ mit einander identisch wurden.

Es ist nun höchst bemerkenswerth, dass diese Vereinfachung noch zunimmt, wenn der Charakter der betreffenden Fläche einen höheren Grad von Gesetzmässigkeit erreicht, wenn dieselbe Symmetrieebene ist oder Symmetrieaxen besitzt oder in ihr gelegene Kanten mit Symmetrieaxen zusammenfallen, in welchem Falle die bezüglich derselben Fläche und bestimmten Kanten derselben denkbaren Zwillingsstellungen sich noch weiter reduciren.

Die grösste Vereinfachung tritt aber ein bei jener besonderen Art von Zwillingen hemiëdrischer oder hemimorpher Krystalle, welche dadurch ausgezeichnet sind, dass die zum Zwilling vereinigten Individuen eine grössere Anzahl von gleichnamigen Kanten (nämlich jene, welche den Haupt- und Neben-Axen ihres Systems entsprechen) parallel haben, d. h. bei den sogenannten Zwillingen mit parallelen Axensystemen.

Während die Zwillinge parallelflächig-hemiëdrischer Krystalle, soweit sie nicht zu den vorigen gehören, die bezüglichen Zwillinge mit geneigten Axensystemen also, sich vollständig an die analogen Fälle der holoëdrischen Systeme anschliessen, stehen jene Zwillinge mit geneigten Axensystemen,

welche den geneigtflächig-hemiëdrischen und den hemimorphen Abtheilungen der Krystallsysteme angehören, in ihrem Verhalten bald den Gruppen B und C, bald der Gruppe A näher, je nach dem Charakter der betreffenden Flächen und Kanten, welche der Zwillingsbildung zu Grunde liegen.

Um die weiteren Vereinfachungen kennen zu lernen, welche betreffs der Zwillingsorientirung noch eintreten können, wird es also genügen, noch die Definitionen der hemiëdrisch-hemimorphen Zwillinge mit parallelen Axensystemen durchzunehmen.

Dazu bietet aber gerade der oben beschriebene rhomboëdrisch-hemimorphe Pyrargyrit die schönste Gelegenheit.

Bei diesem Mineral haben sämmtliche Zwillinge mit parallelem Axensystem selbstverständlich sowohl die Endfläche $0R$ als auch alle Flächen des verwendeten Prismas $\infty P2$ gemein oder vielmehr parallel; es ist daher gleichgültig, welche der beiden eben genannten Flächen wir ins Auge fassen, — in beiden Fällen müssen sich die gleichen Zwillingsstellungen ergeben.

Wir wollen daher mit Beschränkung auf die Endfläche untersuchen, wie viel verschiedene Stellungen dem zweiten Individuum unter der Bedingung: Gemeinsamkeit oder Parallelismus von $0R$ und der zur Prismenfläche $\infty P2$ gehenden Randkante bezüglich des ersten ertheilt werden können, ohne die Ausgangsstellung wieder herbeizuführen.

Wenn wir den bereits oben eingeschlagenen Gedankengang wieder befolgen, so kommt zunächst die der Endfläche selbst parallele Ebene in Betracht.

Im vorliegenden Falle ist der Einzelkrystall bezüglich der Endfläche nicht symmetrisch gebaut; es kann daher sowohl durch Symmetrie nach der Endfläche als auch durch Hemitropie um eine zur Endfläche Normale (um die Verticalaxe nämlich) Zwillingsbildung veranlasst werden.

Die daraus hervorgehenden beiden Zwillinge wären daher zu definiren als: α) Zwilling, symmetrisch nach der Endfläche,

β) Zwilling, hemitrop bezüglich der Endfläche.

Auch letzterer Zwilling gehört zu den symmetrischen und zwar fungirt ∞R als Symmetrieebene.

Sodann haben wir zu betrachten diejenige Ebene, welche zur Endfläche senkrecht steht und durch die Combinationskante mit $\infty P2$ geht, das ist aber die zur letzteren Fläche $\infty P2$ selbst parallele.

Da $\infty P2$ als Symmetrieebene des Einzelkrystalles fungirt, so ist ein symmetrischer Zwilling nach dieser Fläche unmöglich, wohl aber ein solcher hemitrop um eine Normale zu derselben, welche, nebenbei gesagt, mit einer horizontalen Nebenaxe zusammenfällt.

Der dadurch entstehende Zwilling wäre zu definiren als

γ) Unsymmetrischer Zwilling, hemitrop bezüglich Fläche $\infty P2$.

Es ist das eben der im vorliegenden Aufsatze näher beschriebene Zwil-

ling, welcher den Hemimorphismus scheinbar aufhebt, ohne die Hemiëdrie zu stören.

Die dritte Ebene, welche noch in Betracht kommt, ist die zur »gemeinsamen« Kante $0R.\infty P2$ senkrechte, die wieder mit den Flächen $\frac{\infty R}{2}$ und $-\frac{\infty R}{2}$ zusammenfällt.

Da diese beiden Flächen an den in Rede stehenden Krystallen keiner Symmetrieebene entsprechen, so sind sowohl symmetrische als hemitrope Zwillinge nach diesen Flächen möglich.

Dies führt zu den beiden Zwillingen:

δ) Zwilling, symmetrisch nach $\pm\frac{\infty R}{2}$, welcher mit dem unter β) aufgeführten nach der Endfläche hemitropen identisch ist, und

ε) Zwilling, hemitrop bezüglich $\pm\frac{\infty R}{2}$, welcher wieder mit dem unter α) aufgeführten, nach der Endfläche symmetrischen Zwilling übereinstimmt.

Alle Zwillinge mit »parallelem Axensystem«, welche an rhomboëdrisch hemimorphen Krystallen vorkommen können, reduciren sich also auf zwei symmetrische und einen unsymmetrischen Zwilling, welche den oben entwickelten Grundsätzen gemäss nach ihren charakteristischen Flächen definirt werden müssten und zwar in folgender Weise:

a) Zwilling, symmetrisch nach der Endfläche, ⎫ symmetrischer
b) Zwilling, symmetrisch nach dem Protoprisma, ⎭ Zwilling,
c) Zwilling, hemitrop nach dem Deuteroprisma (unsymmetrischer Zwilling).

Im Vorstehenden hat es sich gezeigt, dass es Zwillinge giebt, welche auf mehrfache Weise und zwar nicht allein bald durch Symmetrie, bald durch Hemitropie bezüglich einer bestimmten Fläche, sondern auch bald bezüglich dieser, bald bezüglich jener Ebene definirt werden können, und es wurde daher nicht nur die Forderung aufgestellt, den Zwilling bezüglich der »charakteristischen« Fläche zu definiren, sondern es wurde gleichzeitig an einem und demselben Beispiele dargethan, welche in solchem Falle als charakteristische Fläche zu betrachten sei.

Ausser bei den soeben besprochenen hemiëdrisch-hemimorphen Zwillingen mit sog. »parallelem Axensystem« giebt es ganz allgemein, in allen Systemen eine Art von Zwilling, bei welchem Unbestimmtheit eintreten kann, hinsichtlich der Fläche, nach welcher der Zwilling zu definiren, welche also im gegebenen Falle als die charakteristische gemeinsame Fläche der Zwillingsindividuen anzusehen ist.

Das ist der Fall bei demjenigen Zwilling, bei welchem die zum Zwil-

ling vereinigten Individuen sämmtliche Ebenen einer gewissen Zone parallel haben und hemitrop erscheinen um die gemeinsame Zonenaxe.

Als Regel lässt sich dann folgender Satz aufstellen:

Im Allgemeinen ist dieser Zwilling nicht nach einer Fläche, sondern nach der gemeinsamen Zonenkante zu definiren.

Wenn jedoch in der gemeinsamen Zone eine Fläche vorkommt, bezüglich deren die Zonenaxe Symmetrielinie ist, dann ist der betreffende Zwilling zugleich symmetrisch nach dieser Fläche und daher nach dieser Fläche zu definiren.

Ein Beispiel liefert der Tetraëderzwilling hemitrop um die Tetraëderkante, welcher besser noch zu definiren wäre: Tetraëderzwilling, symmetrisch zur Würfelfläche (jener Fläche also, welche die Tetraëderkante gleichmässig abstumpft), — wo demnach die Würfelfläche als die charakteristische Fläche anzusehen ist.

Wenn wir das über die Definition und Eintheilung der Zwillinge bisher Gesagte nochmals kurz recapituliren, so ergeben sich daraus die folgenden Regeln und Schlüsse:

1) Es ist vortheilhaft und naturgemäss, sämmtliche Zwillinge blos in zwei Kategorien einzutheilen, in symmetrische und unsymmetrische und dementsprechend jeder Zwillings-Definition beizufügen, ob der betreffende Zwilling ein symmetrischer ist oder nicht.

2) Dagegen sind die Ausdrücke Zwillingsebene und Zwillingsaxe am besten ganz zu vermeiden, weil sich eine einheitliche Bedeutung dafür nicht festhalten lässt.

3) Bei unsymmetrischen Zwillingen erfolgt die Definition am einfachsten durch Angabe der Hemitropie, durch welche die Zwillingsstellung herbeigeführt werden kann.

4) Symmetrische Zwillinge sind jedenfalls durch Angabe der Symmetrie-Ebene des Zwillings-Gebildes zu definiren, sobald sich die Symmetrie auf eine unter den Begrenzungselementen des Einzelindividuums erscheinende wirklich ausgebildete (oder doch mögliche einfache) Fläche bezieht.

5) Findet das letztere nicht statt, so ist bei symmetrischen Zwillingen die Definition mit Hülfe von Hemitropie vorzuziehen, wenn die den beiden Individuen gemeinsame Kante als Axe der Hemitropie erscheint.

6) Symmetrische Zwillinge sind aber auch dann durch Angabe jener Ebene, nach welcher die beiden Individuen symmetrisch orientirt sind, zu definiren selbst wenn jene Ebene keiner am Einzelkrystalle wirklich ausgebildeten oder doch möglichen einfachen Fläche parallel ist, sobald durch die Definition mittelst Hemitropie keine Vereinfachung erzielt wird und um so mehr dann, wenn Hemitropie gar nicht stattfindet.

7) In jenem Falle, wo die Zwillingsindividuen sämmtliche Flächen einer ganzen Zone parallel haben (siehe früher unter 5), ist die Definition nach der charakteristischen Fläche der Zone vorzunehmen, wenn eine solche existirt; d. h. wenn der Zwilling nach einer der zur gemeinsamen Zone gehörigen Flächen symmetrisch gebildet ist, so ist er nach dieser Fläche zu definiren.

8) Die Angabe der zwillingsgemässen Orientirung ist womöglich in Form eines erklärenden Beisatzes zu illustriren (etwa nach dem auf Seite 140 vorhin gegebenen Beispiele) durch Angabe der charakteristischen Zonen, eines charakteristischen Winkels und bei hemimorphen durch Angabe der Lage der gleichnamigen Endpole bezüglich der betreffenden gemeinsamen Fläche und Kante, und ist schliesslich das ganze Bild zu vervollständigen durch Darstellung der Ausbildungsweise und Verwachsungsart der zum Zwillinge vereinigten Individuen, durch Beschreibung ihrer wechselseitigen Abgrenzung.

In dieser Beziehung kann bei einem und demselben Zwilling, d. h. bei derselben zwillingsartigen, krystallographischen Orientirung der vereinigten Individuen, grosse Mannigfaltigkeit herrschen, welche sich in folgenden Extremen ausspricht:

Die zum Zwillinge vereinigten Individuen liegen neben oder über einander, d. h. zu beiden Seiten einer ebenen Grenzfläche:

»Juxtapositionszwillinge« im eigentlichen Sinne.

Die gegenseitige Abgrenzung der Zwillingsindividuen ist eine so unregelmässige, dass Theile des einen in mehr oder weniger feinen Ausläufern mitten zwischen die Masse des andern Hauptindividuums sich einschieben oder beide Individuen fast gleichmässig einander durchwachsen, durchdringen:

»Penetrationszwillinge« im eigentlichen Sinne.

Dazwischen finden sich alle möglichen Uebergänge.

Von Juxtapositionszwillingen wird man auch dann noch sprechen, wenn die Abgrenzungsflächen nur stellenweise eben, hie und da aber gerundet sind oder unregelmässig verlaufen, wenn nur dabei die Hauptmasse des zweiten auf der anderen Seite liegt.

Hinsichtlich der Flächen, die als Begrenzungs-Ebenen aufzutreten pflegen, ist zu bemerken, dass bei symmetrischen Zwillingen ganz allgemein die Symmetrieebene selbst als Trennungsebene fungiren kann und auch besonders häufig als solche fungirt, wenn sie mit einer wirklichen oder möglichen, einfachen Krystallfläche der Einzelindividuen zusammenfällt.

Gleiches gilt auch von den Ebenen, nach welchen Hemitropie stattfindet. Ferner können ganz allgemein sämmtliche Ebenen, welche der gemeinsamen charakteristischen Kante (oder auch der Axe der Hemitropie)

und gleichzeitig wirklichen oder möglichen Krystallflächen der Einzelindividuen parallel gehen oder auf letzteren senkrecht stehen, gelegentlich als Trennungsebenen auftreten. Typisch ist diese Art der Abgrenzung für jenen Zwilling holoëdrischer Krystalle, bei welchem die beiden Zwillingsindividuen sämmtliche gleichnamigen Flächen einer bestimmten Zone gemein respective parallel haben.

Einen ähnlichen Fall repräsentirt der oben ausführlich beschriebene rhomboëdrisch-hemimorphe Pyrargyritzwilling, welcher jedoch einen Ergänzungszwilling im wahrsten Sinne des Wortes darstellt, daher er die besondere Eigenthümlichkeit besitzt, dass die zum Zwillinge vereinigten Krystallindividuen s ä m m t l i c h e gleichnamigen Zonen-Ebenen parallel haben, während die gleichnamigen Flächen innerhalb dieser Zone entgegengesetzte Lage besitzen.

Trotzdem auf solche Weise die positiven und negativen Seiten der gleichnamigen Flächen in der Berührungsebene zusammenstossen müssen, kann doch die Abgrenzung hier, wie sich zeigte, gleichfalls nach beliebigen Flächen der gemeinsamen Zonenebene erfolgen.

Dass schliesslich die Zwillingsindividuen nach jener charakteristischen Fläche aneinander gewachsen sein können, welche beide gemein resp. parallel haben, ist in dem früher Gesagten bereits enthalten und betrifft selbstverständlich den durch die Erfahrung am meisten bestätigten Fall.

Wenn wir endlich noch jener Zwillinge gedenken, an denen abwechselnd eine bestimmte gleichnamige Fläche und Kante und abwechselnd deren Gegenfläche und Gegenkante als gemeinsames Element fungiren und die als W i e d e r h o l u n g s z w i l l i n g e bezeichnet werden,

im Gegensatze zu den sogenannten W e n d e z w i l l i n g e n, welche abwechselnd eine bestimmte gleichnamige Fläche und Kante und eine zweite der früheren blos analoge, gleichnamige Fläche und Kante (von denen also die zweite Fläche wenigstens keinesfalls die Gegenfläche der früheren darstellen darf) gemein oder parallel haben, so sind im Vorstehenden wohl die wichtigsten Abarten von Zwillingen alle zur Sprache gebracht.

Wien, mineralogisch-petrographisches Institut der Universität. Mai 1886.

Tafelerklärung.

Fig. 1. Einfacher Krystall der dunkleren Varietät, oben mit $\delta. = -\frac{1}{2}R$, $K: = R3$, $P: = R5$, in der Mitte $a = \infty P2$, unten $L\vdots = -5R\frac{7}{5}$, $\Omega = -4R\frac{3}{2}$, $n\vdots = -2R\frac{3}{2}$, $E: = R\frac{3}{2}$, angedeutet $F: = R\frac{5}{3}$.

Fig. 2. Einfacher Krystall, Typus der lichteren Varietät. Oben mit $\delta.\vdots = -\frac{1}{2}R$, $l: = \frac{1}{7}R5$, $t: = \frac{1}{4}R3$, dazwischen $j: = -\frac{1}{8}R5$, $z: = -\frac{1}{5}R3$, $\pi = \frac{2}{3}P2$, in der Mitte $a = \infty P2$, unten $L\vdots = -5R\frac{7}{5}$, $\mathfrak{E}\vdots = -R\frac{7}{5}$, $F: = R\frac{5}{3}$, $E: = R\frac{3}{2}$.

Fig. 3. Unsymmetrischer Zwilling, hemitrop nach $\infty P2$.

Zwillingsnaht bald der Combinationskante zwischen $L\vdots$ des einen und $F:$ des zwei-

ten Individuums, bald der Polkante von R parallel. Oben $\delta. = -\frac{1}{2}R$, $K: = R3$, unten $L\colon = -5R\frac{7}{5}$ und $F: = R\frac{3}{2}$, in der Mitte $a = \infty P2$. Es sind zwei Streifungen sichtbar, die eine parallel den Polkanten von R, die andere parallel denen von $-5R$. Die Figur repräsentirt den langsäulenförmigen Typus des Zwillings.

Fig. 4. Kurzsäulenförmiger, fast rhomboëdrischer Typus desselben Zwillings, an welchem $\delta. = -\frac{1}{2}R$ vorherrscht. Zwillingsnaht etwas unregelmässig, im Ganzen parallel der Polkante von $-\frac{1}{2}R$; $\Omega = -4R\frac{3}{2}$, $p = +R$, dazwischen Streifenzone; $a = \infty P2$.

Fig. 5. Derselbe Zwilling mit beiden Arten von Streifung. Repräsentirt die verschiedenen Arten von Abgrenzung der Zwillingsindividuen gegen einander.

Links beginnend geht die Zwillingsnaht zuerst parallel der Randkante von $-5R$, ferner der Randkante von $-\frac{1}{2}R$, der Combinationskante zwischen $\mathfrak{C}\colon = -R\frac{7}{3}$ oben und $\bar{F}: = R\frac{5}{3}$ unten, auf der mittleren Prismenfläche verläuft sie beiden Streifungen parallel, auf der rechten ausserdem parallel der Horizontalen.

Oben $j: = -\frac{1}{8}R5$, $z\colon = -\frac{1}{5}R3$, $\pi = \frac{2}{3}P2$, $l: = \frac{1}{7}R5$, $t: = \frac{1}{4}R3$, $K: = R3$, $P. = R5$, in der Mitte $a = \infty P2$, unten $\Omega = -5R\frac{7}{5}$, $\mathfrak{C}\colon = -R\frac{7}{3}$; $\delta. = -\frac{1}{2}R$ fehlt.

XIII. Krystallographische Untersuchungen.

Von

Th. Liweh in Strassburg.

(Mit 8 Holzschnitten.)

---

1. Asymmetrische Dimethylbernsteinsäure.

$$\begin{matrix} CH_3 \\ CH_3 \end{matrix} \Big> C - COOH \\ \quad | \\ \quad CH_2 - COOH.$$

(Krystalle aus H_2O; dargestellt von S. Levy, s. Ber. d. d. chem. Ges. 1885, **18**, 3209—3212.)

Krystallsystem asymmetrisch.

$$a : b : c = 2,0294 : 1 : 1,1909.$$

$$\alpha = 118^0 36'$$
$$\beta = 95 \ 16$$
$$\gamma = 101 \ 0$$

Beobachtete Formen: $c = 0P(001)$, $r = ,\bar{P},\infty(\bar{1}01)$, $o = \frac{1}{5}P,(11\bar{5})$, $a = \infty\bar{P}\infty(100)$, $b = \infty\breve{P}\infty(010)$, $q = '\breve{P},\infty(01\bar{1})$.

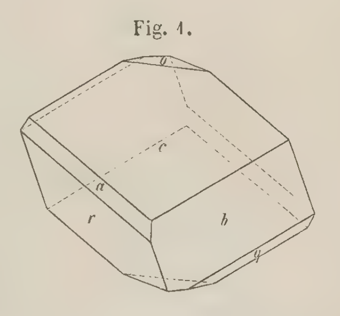


Fig. 1.

Die wasserklaren, leicht verwitternden Krystalle sind zur Messung wenig geeignet, da die eine Hälfte derselben stets vollkommen gerundet und die Flächen der anderen Hälfte meist uneben und wenig glänzend sind. Die Krystalle lassen in der Regel nur $0P(001)$, $,\bar{P},\infty(\bar{1}01)$ und $\frac{1}{5}P,(11\bar{5})$ erkennen. Oft tritt noch das Makropinakoid als schmale, ziemlich glänzende Fläche auf. Nur ein etwas besser ausgebildeter Krystall zeigte die Combination

$$0P(001).,\bar{P},\infty(\bar{1}01).\tfrac{1}{5}P,(11\bar{5}).\infty\bar{P}\infty(100).\infty\breve{P}\infty(010).'\breve{P},\infty(01\bar{1}) \text{ (Fig. 1).}$$

Die gemessenen und berechneten Winkel sind folgende:

	Gemessen:	Berechnet:
(001):(010) =	*59° 29′	—
(001):(100) =	*77 42	—
(100):(010) =	*74 24	—
(001):(0$\bar{1}$1) =	*69 37	—
(001):($\bar{1}$01) =	*30 0	—
($\bar{1}$00):(0$\bar{1}$1) =	84 4	84° 12′
($\bar{1}$01):(010) =	69 12	69 4
($\bar{1}\bar{1}$5):(010) =	75 40	74 31
($\bar{1}\bar{1}$5):(001) =	17 3	16 15
($\bar{1}\bar{1}$5):(100) =	87 9	87 14

Spaltbarkeit ziemlich vollkommen parallel $b = \infty\breve{P}\infty(010)$. Durch die Spaltungsfläche ist auch eine Axe sichtbar.

2. Acetylphenyloxypivalinsäure.

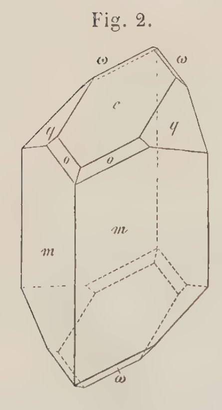
$$CH_3 \; CH_3 \searrow\swarrow C-COOH \mid CHO(C_2H_3O) \mid C_6H_5.$$

Ph. Ott, Inaugural-Dissertation, Wiesbaden 1884.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,374 : 1 : 0,8243$$
$$\beta = 64^0\,34'.$$

Fig. 2.



Beobachtete Formen: $m = \infty P(110)$, $c = 0P(001)$, $q = \mathcal{R}\infty(011)$, $o = -P(111)$, $\omega = +P(11\bar{1})$ und $a = \infty\mathcal{P}\infty(100)$.

Die 1—5 mm grossen Krystalle (Fig. 2) sind vollkommen wasserklar. Sie sind prismatisch durch Vorwalten der Prismenflächen und zeigen fast immer die Combination:

$$\infty P(110) . 0P(001) . \mathcal{R}\infty(011) . -P(111) . +P(11\bar{1}).$$

Selten tritt noch $\infty\mathcal{P}\infty(100)$ als äusserst schmale Abstumpfung der Kante zwischen (110) und (1$\bar{1}$0) hinzu. Nächst den Prismenflächen herrschen die Basis und das Brachydoma vor. Die Pyramidenflächen sind stets sehr schmal.

Die gemessenen und berechneten Winkel sind folgende:

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	*102° 17′	—
$(110):(001)$ =	*74 21	—
$(110):(111)$ =	*38 8	—
$(11\bar{1}):(00\bar{1})$ =	50 58	51° 8′
$(011):(001)$ =	36 39	36 40
$(011):(110)$ =	47 6	47 2

3. Anisylbrombutyrolacton.

$$\begin{array}{l} OCH_3 \\ \,| \\ C_6H_4 - \underset{\displaystyle O \text{———————}}{\underset{|}{CH}} - CHBr - \underset{\displaystyle CO.}{\underset{|}{CH_2}} \end{array}$$

Joh. Politis, Inaugural-Dissertation, Strassburg 1885.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1{,}6554:1:0{,}5997$$
$$\beta = 85^0\,56'.$$

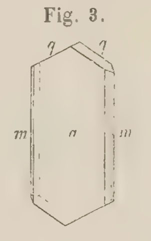


Fig. 3.

Die kleinen wasserklaren Krystalle bilden dünne Blättchen durch Vorwalten des Orthopinakoids, durch welches man eine Axe austreten sieht. Nur in einem Falle liess sich die Combination

$a = \infty P\!\!\!-\infty(100)$, $m = \infty P(110)$, $q = R\!\!\!-\infty(011)$ (Fig. 3)

an einem mit gut spiegelnden Flächen versehenen Krystall beobachten.

Es wurde gemessen und berechnet:

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10)$ =	*62° 24′	—
$(011):(0\bar{1}1)$ =	*82 0	—
$(100):(011)$ =	*86 56	—
$(110):(011)$ =	53 25	53° 54′
$(\bar{1}10):(011)$ =	57 44	57 44

4. α-Methyl-Carbobutyrolactonsäure.

$$\underset{\displaystyle O \text{———————}}{\underset{|}{CH_2}} - CH_2 - \underset{\displaystyle CO.}{\underset{|}{C}}\!\!\left\langle\begin{array}{l} CH_3 \\ COOH \end{array}\right.$$

Krystalle aus H^2O.

Diese und die nächstfolgende Substanz werden in einer demnächst erscheinenden Inaugural-Dissertation des Herrn Marburg in Strassburg besprochen.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,7354 : 1 : 1,1688$$
$$\beta = 87^0 \, 8'.$$

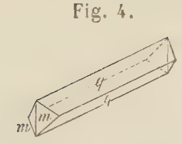


Fig. 4.

Die Krystalle sind wasserklar, werden aber sehr leicht trübe und sind stark hygroskopisch. Sie zeigen sämmtlich die Combination

$$q = \mathcal{R}\infty(011), \; m = \infty P(110) \;\; \text{(Fig. 4)}.$$

Die Messungen ergaben folgende Werthe:

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	*120° 3′	—
$(011):(01\bar{1})$ =	*81 10	—
$(011):(110)$ =	*48 5	—
$(01\bar{1}):(110)$ =	49 45	49°52′

Ein Axenaustritt wurde nicht beobachtet. Die Auslöschung auf den Klinodomenflächen geht nahezu parallel den Combinationskanten mit den vorderen Prismenflächen. Auf dem angeschliffenen Orthopinakoid wurde parallele und auf dem angeschliffenen Klinopinakoid schiefe, nicht genau messbare Auslöschung beobachtet.

5. Allylmalonsäure $CH(C_3H_5)(CO_2H)_2$.

Krystalle aus Aether erhalten.

Krystallsystem monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,3506 : 1 : 0,6673$$
$$\beta = 46^0 \, 20'.$$

Die an der Luft wenig haltbaren wasserhellen Krystalle, welche 2—5 mm lang, 2—5 mm hoch und 0,5—1,5 mm dick sind, zeigen die Combination

$$b = \infty\mathcal{R}\infty(010), \; m = \infty P(110), \; q = \mathcal{R}\infty(011).$$



Fig. 5. Fig. 6.

Nur in einem Falle waren alle vier Prismenflächen entwickelt. Gewöhnlich sind dieselben gleichsam hemiëdrisch nur als ein Flächenpaar ausgebildet; auch $q(011)$ erscheint immer nur halbflächig entwickelt (Fig. 5). Sehr häufig tritt noch eine positive Pyramide o auf (Fig. 6), die wiederum stets hemiëdrisch, nur zusammen mit ihrer entsprechenden Parallelfläche, erscheint. Wegen des ganz gleichmässigen Verhaltens, welches bezüglich ihrer Flächenausbildung alle (ca. 40) untersuchten Krystalle (mit Aus-

nahme des einen, welcher alle vier Prismenflächen besitzt) zeigten, ist wohl die Annahme gerechtfertigt, dass die Krystalle monosymmetrisch und zwar hemiëdrisch sind (vergl. Groth: Physikalische Krystallographie, 1. Aufl. S. 408 Anmerkung).

Das Zeichen der Pyramide o liess sich nicht genau bestimmen; die Winkel zu den benachbarten Flächen sind ungefähr folgende:

$$o : (110) = \text{ca. } 60^0$$
$$o : (010) = \text{ - } 58^0$$
$$o : (01\bar{1}) = \text{ - } 48^0.$$

Das Axenverhältniss wurde aus den Werthen

$$(010):(01\bar{1}) = 64^0 14'$$
$$(110):(0\bar{1}1) = 81 \;\; 54$$
$$(010):(110) = 45 \;\; 40$$

berechnet.

Auf dem angeschliffenen Orthopinakoid wurde parallele Auslöschung constatirt.

6. Thallin (Tetrahydroparamethyloxychinolin) $C_9H_6.H_4N(OCH_3)$.

Krystalle von Prof. Flückiger*) in Strassburg, aus H_2O.

Krystallsystem rhombisch.

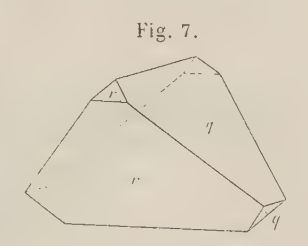
$$a : b : c = 0{,}9412 : 1 : 1{,}0307.$$

Die braunen Krystalle haben einen vollkommen sphenoidischen Habitus und scheinen von $+\frac{P}{2} \cdot -\frac{P}{2}$ begrenzt zu sein. In der That aber liegt hier die Combination

$$r = \bar{P}\infty(101), \;\; q = \breve{P}\infty(011)$$

in hemimorpher Ausbildung vor (Fig. 7).

Fig. 7.



Die einzelnen Flächen spiegeln ziemlich gut.

Es wurde gemessen und berechnet:

	Gemessen:	Berechnet:
$(011):(0\bar{1}1)$ =	*91° 44′	—
$(101):(\bar{1}01)$ =	94 32	—
$(011):(101)$ =	61 18	61° 4′

Die Axenebene ist für verschiedene Farben nicht dieselbe; für Li und Na ist die Basis, für Tl dagegen das Brachypinakoid die Axenebene. Die Doppelbrechung ist negativ.

*) S. die angehängte Notiz S. 157.

Eine Platte parallel $\infty\bar{P}\infty(100)$ ergab für den spitzen Axenwinkel in Luft

$$2E = 19^0 51' \ Li$$
$$= 11 \ 6 \ Na$$
$$= -13 \ 36 \ Tl$$

und in Oel

$$2H_a = 12^0 15' \ Li$$
$$= 7 \ 27 \ Na$$
$$= -9 \ 18 \ Tl.$$

7. Thallintartrat $C_9H_6.H_4N(OCH_3)C_4H_6O_6$.

Krystalle von Prof. Flückiger.

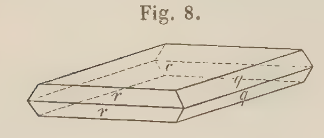
Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}4843 : 1 : 1{,}5438.$$

Die 2—5 mm grossen braunen Krystalle sind tafelförmig durch Vorwalten von $0P(001)$ und zeigen stets die Combination

$$c = 0P(001), \ r = \bar{P}\infty(101), \ q = \breve{P}\infty(011) \ \text{(Fig. 8)}.$$

Fig. 8.



Die Makrodomen spiegeln in der Regel ziemlich gut; die Brachydomenflächen aber sind immer rauh und liefern in Folge von schuppenförmigen Erhöhungen langgestreckte, schlechte Reflexe. Das Axenverhältniss konnte daher nur annähernd bestimmt werden.

Es wurde gemessen und berechnet:

	Gemessen:	Berechnet:
(001):(101) =	*72°35′	—
(001):(011) =	*57 4	—
(101):(011) =	82 4	80°32′

Das Makropinakoid ist Ebene der optischen Axen. Die Doppelbrechung ist positiv.

Eine Platte parallel $0P(001)$ ergab für den spitzen Axenwinkel in Oel

$$2H_a = 83^0 33' \ Li$$
$$= 84 \ 2 \ Na$$
$$= 85 \ 1 \ Tl.$$

Diese Platte zeigte auch eine eigenthümliche, an die sanduhrförmige Zeichnung bei dem Brookit erinnernde Wachsthumserscheinung; zwei dreieckige sich in einer Spitze berührende Felder sind dunkelbraun, die anliegenden aber hellbraun.

Eine Platte parallel $\infty\breve{P}\infty(010)$ ergab für den stumpfen Axenwinkel in Oel

$$2H_o = 111^0\ 3'\ Li$$
$$= 110\ 47\ Na$$
$$= 110\ \ 0\ Tl.$$

Ein Austritt der optischen Axen in Luft wurde bei der Platte parallel $0P(001)$ nicht beobachtet.

Notiz über das Thallin.

Von F. A. Flückiger.

Das 1884 von Skraup in Wien dargestellte Thallin, oder vielmehr das Sulfat, Tannat und Tartrat desselben, haben sich neben dem Antipyrin als Fiebermittel Anerkennung verschafft.

Das Thallin ist ein Abkömmling des Chinolins, welches hauptsächlich auftritt, wenn man Chinin oder Cinchonin mit Kali destillirt. In grösserem Massstabe stellt man aber Chinolin dar, indem man concentrirte Schwefelsäure gleichzeitig auf Anilin, Nitrobenzol und Glycerin einwirken lässt:

$$\underset{\text{Anilin}}{C_6H_5NH_2} + \underset{\text{Nitrobenzol}}{C_6H_5NO_2} + \underset{\text{Glycerin}}{2C_3H_5(OH)_3} = 7H_2O + O + \underset{\text{Chinolin}}{2C_9H_7N}.$$

Das Chinolin ist eine bei 237⁰ siedende aromatische Flüssigkeit, welche zwar nicht alkalisch reagirt, aber doch mit Säuren krystallisirbare Verbindungen eingeht. Denkt man sich einen Benzolrest mit einem Pyridinreste vereinigt, so gelangt man zu der Formel des Chinolins:

```
        CH      CH
      //   \   /  |  \
   HC        C    |   CH
   |         ||   |   ||
   HC        C    |   CH
      \\   /   \  |  /
        CH       N
```

Das Pyridin seinerseits, eine stark alkalisch reagirende Base (C_5H_5N), wird aus Steinkohlentheer gewonnen.

Die Chinolinverbindung $C_9H_6(OCH_3)N$ ist der Ausgangspunkt zur Gewinnung des Thallins. Die erstere wird als Chinanisol (Parachinanisol) bezeichnet, weil sie an das Anisol $C_6H_5OCH_3$ erinnert, welches bei der Destillation des Salicylsäure-Methylesters in Gegenwart von Baryumhydroxyd entsteht.

Aus dem Chinanisol lässt sich ein Amidoderivat und ein Nitroderivat darstellen; erhitzt man beide gleichzeitig mit Glycerin und Schwefelsäure auf 155°, so nimmt das Parachinanisol vier Atome Wasserstoff auf und wird zu Tetrahydrochinanisol oder genauer ausgedrückt Tetrahydroparamethyloxychinolin $C_9H_6 . H_4N(OCH_3)$. Zweckmässiger Weise ist dafür der Name Thallin eingeführt worden, der ja wohl nicht leicht mit Thallium verwechselt werden wird.

Die Fabrikation des Thallins wird patentmässig ausgeführt von der Badischen Anilin- und Sodafabrik in Stuttgart, welcher ich für die gefällige Ueberlassung des Materials verpflichtet bin, das zu den Messungen des Herrn Dr. Liweh wie auch zu diesen Zeilen Veranlassung gegeben hat. In die arzneiliche Praxis ist nicht sowohl das Thallin selbst, als vielmehr die erwähnten Verbindungen desselben übergegangen*). Selbstverständlich krystallisirt das Tannat nicht, wohl aber das Sulfat und noch weit besser das Tartrat $C_4H_6O_6 . C_9H_6H_4N(OCH_3)$, welches ansehnliche, gut messbare Krystalle bildet, die sich bei 15° in 10 Theilen Wasser auflösen. Das schon in fünf Theilen Wasser lösliche Sulfat $SO_4H_2(C_9H_6 . H_4OCH_3)_2 + 2H_2O$ dagegen krystallisirt nicht gut.

Aus den wässerigen, alkalisch gemachten Auflösungen seiner Salze lässt sich das Thallin selbst mit Aether oder Chloroform ausschütteln; nach der Verdunstung des Lösungsmittels bleibt das Thallin oft noch tagelang flüssig, erstarrt aber doch zuletzt strahlig krystallinisch. Aus warmem Wasser umkrystallisirt bildet es die von Herrn Dr. Liweh beschriebenen rhombischen Krystalle, welche jedoch braun auszufallen pflegen, wie denn überhaupt die Auflösungen des Thallins sich sehr bald braun färben; am besten scheint sich leichtflüchtiges Petroleum zum Umkrystallisiren desselben zu eignen, doch nehmen die Krystalle alsdann einfachere Formen an. Bei 40° schmilzt das Thallin, färbt sich aber bei längerem Verweilen im Wasserbade sehr dunkel und giebt scharfriechenden Theer, während dem reinen unveränderten Thallin ein angenehm aromatischer Geruch zukommt, welcher auch seinen Salzen eigen ist.

Die Auflösungen des Thallins werden durch Eisenchlorid grün gefärbt, was zur Bezeichnung der Base Veranlassung gegeben hat; die Grünfärbung zeigt sich noch, zwar nicht im ersten Augenblicke, wenn in 150 000 Theilen Wasser z. B. nur noch ein Theil Thallin vorhanden ist.

*) Vulpius, Archiv der Pharmacie, **222** (1884), S. 846.

XIV. Krystallographische Untersuchung des Chinolin-p-Sulfobenzylbetains und einiger Papaverinverbindungen.

Von

J. Beckenkamp in Freiburg i. B.

(Mit 4 Holzschnitten.)

---

1. Chinolin-p-Sulfobenzylbetain $C_9H_6N, SO_3, C_7H_7 + 2H_2O$.

Dargestellt von P. Stegelitz, vergl. Ber. der d. chem. Ges. 1886, **19**, 920.

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,8411 : 1 : 0,1778$$
$$\beta = 123^0\ 39'.$$

Fig. 1.

Gelbe Kryställchen, deren längste Kante durchschnittlich $\frac{1}{2}$ — 1 mm beträgt (Fig. 1).

$m = (110)\infty P \qquad b = (010)\infty\mathcal{P}\infty$

$c = (001)0P \qquad q = (011)\mathcal{P}\infty.$

Die Prismenzone ist immer glänzend, die Basis dagegen regelmässig matt mit einem schmalen etwas platteren Rande. Zwischen Basis und Symmetrieebene zuweilen die sehr schmale Abstumpfung q.

Es wurden

	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(010) =$	$^*55^0\ 0'$	—
$(011):(010) =$	$^*79\ 55$	—
$(001):(110) =$	$^*63\ \ 0$	—
$(011):(\bar{1}10) =$	$70\ \ 0$	$69^0 15'$
$(011):(110) =$	$57\ 30$	$56\ 17$

Ferner die ebenen Winkel der Prismenkante auf 001:

	Gemessen:	Berechnet:
	100° 0′	99° 52′
∡ β auf (010):		
	123° 0′	123° 39′.

Optische Axenebene die Symmetrieebene; auf der Basis tritt eine Axe mit geringer Neigung gegen deren Normale aus; die Auslöschung bildet auf der Symmetrieebene mit der Basiskante einen Winkel von 51°.

2. Papaverinmethyljodid $C_{21}H_{21}NO_4 . CH_3J + 7\frac{1}{2}H_2O$.

Dargestellt von E. Hüetlin, vergl. Inaug.-Diss. der Univ. Freib. 1884.

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,8839 : 1 : 3,1276$$
$$\beta = 91^0 15'.$$

Gelbe, meist annähernd rectanguläre Tafeln mit vorherrschender Symmetrieebene.

Es wurden beobachtet:

$$\infty \mathcal{R} \infty = (010)$$
$$0P = (001)$$
$$\infty \bar{P} \infty = (100)$$
$$+\tfrac{1}{2} \bar{P} \infty = (10\bar{2})$$
$$-P = (111).$$

Ausserdem noch zuweilen einige andere Flächen aus der Orthodomenzone, die aber nicht genau zu bestimmen waren.

Es wurden gemessen:

$$(100):(10\bar{2}) = {}^*62^0 30'$$
$$(001):(100) = {}^*88\ \ 45$$
$$(111):(010) = {}^*25\ \ 30$$

Ferner wurde der ebene Winkel, welchen die Kanten von (111) auf (010) bilden, approximativ zu 45° gemessen, berechnet zu 46° 37′. Sehr vollkommen spaltbar nach der Symmetrieebene. Auf letzter Ebene finden sich zuweilen rechtwinklige treppenförmige Vertiefungen.

Die Auslöschung auf (010) bildet mit der Verticalaxe im spitzen Axenwinkel 22°—27°.

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene; Axe b erste Mittellinie.

3. Papaverinäthyljodid $C_{21}H_{21}NO_4.C_2H_5J$. Wasserfrei.

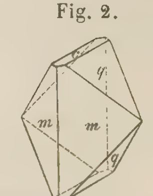
Vergl. ebenda.

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,2145 : 1 : 1,1918$$
$$\beta = 93^0 56'.$$

Mikroskopisch kleine gelbe Kryställchen (Fig. 2).

Fig. 2.



$m = \infty P(110)$
$q = \mathcal{P}\infty(011)$
$c = 0P(001)$.

Es wurden gemessen:

$c : q =$	*50° 0′
$m : m =$	*100 48
$m : c =$	*92 30

Auf c tritt eine Axe ziemlich deutlich aus.

4. Papaverinäthylbromid $C_{21}H_{21}NO_4.C_2H_5Br + 2H_2O$ oder $+ 3H_2O$.

Vergl. ebenda.

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,7102 : 1 : 1,3968$$
$$\beta = 92^0 27'.$$

Sehr schnell verwitternde, farblose Krystalle, entweder einfache Prismen (110)∞P mit der fast horizontalen Endfläche (001)$0P$, oder tafelförmig durch Vorherrschen einer Prismenfläche und mit der Abstumpfung der schärferen Prismenkante (010)$\infty\mathcal{P}\infty$; zwischen letzterer Fläche und (001) erscheint untergeordnet und stets nur mit einem Flächenpaar ausgebildet (011)$\mathcal{P}\infty$.

Es wurden gemessen:

(110):(010)	= *54° 39′	
(110):(001)	= *88 0	
(001):(011)	= *54 24	
($\bar{1}$10):(011)	= 62 20	berechnet 63° 15′
(110):(011)	= 61 35	- 60 37

Die optische Untersuchung gab wegen der vorgeschrittenen Verwitterung nur mangelhaften Aufschluss.

5. Papaverinäthylchlorid $C_{21}H_{21}NO_4.C_2H_5Cl + 4H_2O$.

Vergl. ebenda.

Krystallsystem?

Sehr schnell verwitternde, parallelepipedische Krystalle, nur von drei schiefen Flächenpaaren a, b, c gebildet.

Bei der krystallographischen Bestimmung war die Verwitterung schon so weit vorgeschritten, dass nur noch Schimmermessung möglich war.

Es wurden beobachtet:

$$a : b = 97\tfrac{1}{2}^0$$
$$a : c = 52\tfrac{1}{2}^0$$
$$b : c = 75^0.$$

6. Papaverinpropylbromid $C_{21}H_{21}NO_4.C_3H_7Br + 3H_2O$.

Vergl. ebenda.

Krystallsystem: asymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}0905 : 1 : 1{,}5685$$
$$\alpha = 89^0\ 9'$$
$$\beta = 105\ 53$$
$$\gamma = 94\ \ 5$$

Fig. 3.

Krystalle meist tafelförmig nach o mit rauher Oberfläche (Fig. 3).

$$a = \infty\bar{P}\infty(100)$$
$$b = \infty\breve{P}\infty(010)$$
$$c = 0P(001)$$
$$o = P'(111).$$

Es wurden beobachtet:

$b : o$	$= (010):(111)$	$=$ *50° 12′	
$o : c$	$= (111):(001)$	$=$ *56 45	
$b : c$	$= (010):(001)$	$=$ *89 43	
$a : c$	$= (100):(001)$	$=$ *74 8	
$a : b$	$= (100):(010)$	$=$ *86 0	
$a : o$	$= (100):(111)$	$=$ 51 35	berechnet 51° 25′.

Die Auslöschung auf o geht annähernd parallel mit der Kante $a : o$.

7. Papaverinbenzylchlorid $C_{21}H_{21}NO_4.C_7H_7Cl + 7H_2O$.

Vergl. ebenda.

Krystallsystem: asymmetrisch.

Die mir übergebenen Krystalle bildeten scheinbar reguläre Oktaëder von brauner Farbe und mit glänzenden Flächen. Sämmtliche Flächen

zeigten jedoch parallel zu ihren drei Kanten eine Randzone, welche von den Flächen eines Ikositetraëders $\frac{11}{10}O\frac{11}{10} = (11.10.10)$ gebildet zu sein schien.

Die Flächen, auf welchen die Krystalle bei ihrer Bildung aufgelegen hatten, deuteten alle durch beträchtliche Einbiegung und Sprünge auf starke Contraction hin.

Durch alternirende Ausbildung je zweier Ikositatraëderflächen längs einer Oktaëderkante entstehen abwechselnd ein- und ausspringende Winkel senkrecht zu den Oktaëderkanten. Ausserdem zeigen die Krystalle eine feinere Streifung parallel den Oktaëderkanten.

Eine optische Untersuchung war bei der vorgeschrittenen inneren Umlagerung nicht mehr möglich.

	Es wurden beobachtet:	Berechnet:
$(11.10.10):(11.\bar{1}\bar{0}.10)$	$= 67^0 53'$	$67^0 51' 20''$
$(11.10.10):(11.10.\bar{1}\bar{0})$	$= 5\ 23$	$4\ 32$

Da die feinere Streifung in den abwechselnden Feldern jedesmal symmetrisch zu jenen ein- und ausspringenden Winkeln verläuft, so musste hier offenbar eine Zwillingsbildung vorliegen; die ganze Erscheinung erinnerte sehr an den Leucit.

Um eine genauere optische Bestimmung vornehmen zu können, krystallisirte ich einen Theil der Substanz um und erhielt auffallender Weise ganz anders gestaltete Krystalle, welche dem asymmetrischen System angehörten (Fig. 4), deren Untersuchung ergab:

$$a : b : c = 0,9263 : 1 : 1,4464$$

$$\alpha = 83^0 40'$$
$$\beta = 125\ 18$$
$$\gamma = 106\ 50$$

$$a = \infty\bar{P}\infty(100)$$
$$c = 0P(001)$$
$$r = {}_{,}\bar{P}_{,}\infty(\bar{1}01)$$
$$b = \infty\breve{P}\infty(010)$$
$$m = \infty' P(1\bar{1}0).$$

Fig. 4.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(100):(1\bar{1}0)$	$= {}^*42^0 50'$	—
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}0)$	$= {}^*63\ 20$	—
$(110):(001)$	$= {}^*54\ 59$	—
$(1\bar{1}0):(001)$	$= {}^*61\ 10$	—
$(001):(\bar{1}01)$	$= {}^*87\ \ 0$	—
$(1\bar{1}0):(\bar{1}01)$	$= 122\ 30$	$122^0\ 6'$

Schiefe der Auslöschung auf m 36^0, auf a 20^0, auf b 43^0 gegen die Prismenkante, auf c 20^0 gegen $c : b$.

Schon wenige Minuten, nachdem die Krystalle aus der Lösung genommen sind, werden sie undurchsichtig.

Schlussbemerkungen.

Die verschiedenen Methyl- und Aethylverbindungen des Papaverins zeigen trotz des verschiedenen Wassergehaltes nicht zu verkennende Beziehungen.

Das Krystallsystem ist monosymmetrisch, die Axenschiefe β ist bei allen nahezu 90°; das Axenverhältniss $a : c$ ist beim Methyljodid und Aethyljodid nahezu 1 : 1; beim Aethylbromid 1 : 2. Der Habitus der Krystalle ist jedoch bei allen sehr verschieden.

Das Aethylbromid krystallisirt nach der Annahme des Herrn Hütlin sowohl mit 2 als mit 3 Molekülen Wasser; dass diesem verschiedenen Wassergehalt auch die verschiedene Ausbildungsweise (S. 161) entspricht, lässt sich vermuthen, ist aber nicht sicher.

Uebrigens deutet die tafelförmige Form des Aethylbromids durch das stets einseitige Auftreten der Fläche (011) und die ungleichartige Ausbildung der Fläche (110) schon etwas auf das asymmetrische System hin. Die höheren Glieder der Reihe sind asymmetrisch.

XV. Ueber den Einfluss des Wasser- und Alkoholgehaltes auf die geometrischen Formen des Chinidins und der Cholsäure.

Von

J. Beckenkamp in Freiburg i. B.

(Mit 4 Holzschnitten.)

Das wasserfreie Chinidin (Conchinin) besitzt nach Rammelsberg rhombische Krystallform mit dem Axenverhältniss $a : b : c = 0,9325 : 1 : 0,6432$. Es zeigt Prisma p, Brachydoma q und Makropinakoid a. Die Winkel sind nach Rammelsberg $p : p = 86^0$, $q : q = 65^0 30'$.

Da das Chinidin erst in späterer Zeit genauer untersucht wurde und für dasselbe die Formel $C_{20} H_{24} N_2 O_2$ angegeben wird, während Rammelsberg $C_{18} H_{22} N_2 O$ schreibt, so ist es nicht bestimmt zu ersehen, ob die mit letzterem bezeichneten Krystalle auch wirklich das waren, was wir heute unter Chinidin verstehen.

Mir lagen keine sog. wasserfreien Krystalle vor, sondern die Krystalle des Chinidins, von denen man bisher angenommen hatte, dass sie $2\frac{1}{2}$ Mol. Krystallwasser besässen. Ihre Krystallform war meines Wissens bis jetzt nicht beschrieben.

F. Mylius in Freiburg, von welchem ich diese Krystalle erhielt, fand, dass sie ebenso wie die der Cholsäure nicht $2\frac{1}{2}$ Mol. Wasser, sondern 1 Mol. Aethylalkohol enthalten; die frühere falsche Annahme rührt daher, dass das beim Erhitzen entweichende Molekül Aethylalkohol ungefähr denselben Gewichtsverlust zur Folge hat, wie der Verlust von $2\frac{1}{2}$ Mol. Wasser. Indem dann Mylius als Lösungsmittel verschiedene andere Alkohole benutzte, krystallisirten auch diese als Krystallalkohol mit dem Chinidin aus.

Sämmtliche Formen gehören ebenso wie das angeblich wasserfreie Chinidin zum rhombischen System.

1. Chinidin mit Methylalkohol $C_{20}H_{24}N_2O_2 + CH_3.OH$.

Die Krystalle sind prismatisch nach $p = \infty P(110)$ und zeigen ausserdem das Doma $r = \bar{P}\infty(101)$.

Da die Winkel bei den verschiedenen Alkoholen nur geringe Differenzen erkennen liessen, so musste, um über diese einigermassen Gewissheit zu bekommen, die Methode der kleinsten Quadrate zur Ausgleichung der Beobachtungsfehler benutzt werden. Die Methode ist für das rhombische System im Allgemeinen sehr einfach*).

Es giebt im vorliegenden Falle nur drei von einander verschiedene messbare Winkel.

$$(110):(1\bar{1}0),\ (101):(\bar{1}01) \text{ und } (110):(101).$$

Setzen wir:

$$\begin{aligned} \alpha &= \tfrac{1}{2}\measuredangle(110):(1\bar{1}0) = (110):(100) \\ \beta &= 90^0 - \tfrac{1}{2}\measuredangle(101):(\bar{1}01) = (101):(100) \\ \gamma &= \measuredangle(110):(101), \end{aligned}$$

so gilt, da die Bögen α, β, γ ein rechtwinkliges sphärisches Dreieck bilden, die Bedingunsgleichung

$$0 = \cos\alpha \cdot \cos\beta - \cos\gamma = \varphi(\alpha\beta\gamma).$$

Aus der Beobachtung folgt:

$$\begin{aligned} \alpha &= 38^0 57' \\ \beta &= 53\ \ 46 \\ \gamma &= 62\ \ 44 \end{aligned}$$

Durch Einsetzung dieser Werthe in die genannte Gleichung findet man den Widerspruch $w = +0{,}001543$.

Bezeichnen v_1, v_2, v_3 die zu suchenden Correctionen, so muss sein:

$$0 = w + a_1 v_1 + a_2 v_2 + a_3 v_3,$$

wo

$$a_1 = \frac{d\varphi}{d\alpha},\ \ a_2 = \frac{d\varphi}{d\beta},\ \ a_3 = \frac{d\varphi}{d\gamma};$$

es wird im vorliegenden Falle:

$$\begin{aligned} a_1 &= -\sin\alpha\cos\beta \\ a_2 &= -\cos\alpha\sin\beta \\ a_3 &= +\sin\gamma. \end{aligned}$$

Ferner muss sein:

---

*) Ausführliches über die Anwendung der Methode der kleinsten Quadrate auf die Krystallberechnung siehe diese Zeitschr. 5, 465.

$$0 = w + \left(\frac{a_1^2}{p_1} + \frac{a_2^2}{p_2} + \frac{a_3^2}{p_3}\right) K,$$

wo p_1, p_2, p_3 die Gewichte der bezüglichen Messungen bezeichnen, also

$$K = \frac{-w}{\frac{a_1^2}{p_1} + \frac{a_2^2}{p_2} + \frac{a_3^2}{p_3}}.$$

Da die Winkel α und β sich von den halben gemessenen Winkeln herleiten, so mussten für diese die Gewichte $p = 4$ eingeführt werden; da aber der Winkel γ an jedem Krystall, abgesehen von den parallelen Kanten, viermal vorhanden ist und auch ebenso oft gemessen wurde, so kommt auch ihm das Gewicht $p = 4$ zu; wir können also alle Gewichte gleich 1 setzen; dann folgen $K = -0{,}001163$;

die Correctionen:

$$v_1 = \frac{a_1 K}{p_1} = +1' 30'',$$
$$v_2 = \frac{a_2 K}{p_2} = +2\ 30,$$
$$v_3 = \frac{a_3 K}{p_3} = -3\ 33,$$

und endlich die berechneten Werthe:

$$\alpha = 30^0 58' 30''$$
$$\beta = 53\ 48\ 30$$
$$\gamma = 62\ 40\ 27$$

Die daraus folgenden Axenverhältnisse befinden sich am Schlusse der Abhandlung in einer Tabelle zusammengestellt.

2. Chinidin mit Aethylalkohol $C_{20}H_{24}N_2O_2 + C_2H_5.OH$.

Der Habitus der Krystalle ist dem vorigen genau gleich.

Aus der Beobachtung folgt:

$$\alpha = 38^0 40'$$
$$\beta = 53\ 40$$
$$\gamma = 62\ 26,$$

daher

$$w = -0{,}000173$$
$$K = +0{,}000131;$$

$$v_1 = -10''$$
$$v_2 = -17$$
$$v_3 = +24$$

und die ausgeglichenen Winkel:

$$\alpha = 38^0 39' 50''$$
$$\beta = 53\ 39\ 43$$
$$\gamma = 62\ 26\ 24$$

3. Chinidin mit Allylalkohol $C_{20}H_{24}N_2O_2 + C_3H_5.OH$.

Der Habitus ist wie vorhin.

Die Beobachtung ergab:

$$\alpha = 38^0 49'$$
$$\beta = 53\ 19$$
$$\gamma = 62\ 17$$

daher

$$w = + 0{,}000361$$
$$K = - 0{,}000281;$$

$$v_1 = + 22''$$
$$v_2 = + 36$$
$$v_3 = - 51,$$

also berechnet:

$$\alpha = 38^0 49' 22''$$
$$\beta = 53\ 19\ 36$$
$$\gamma = 62\ 16\ \ 9$$

Auch mit Propylalkohol und mit Glycol bildeten sich Krystalle, welche aber keine genauen Messungen gestatteten.

Zusammenstellung der Axenverhältnisse:

	freies *Ch* nach Rammelsberg	*Ch* + Methalk. nach Beckenkamp	*Ch* + Aethylalk. nach Beckenkamp	*Ch* + Allylalk. nach Beckenkamp
a	0,9325	0,8091	0,8001	0,8047
b	1	1	1	1
c	0,6432	0,7317	0,7356	0.7447

Die Cholsäure kannte man bisher in zwei verschiedenen Formen. Nach der Untersuchung von Strecker*) krystallisirt dieselbe aus heissem Alkohol beim Erkalten in glänzenden Oktaëdern, für welche er aus dem Gewichtsverluste beim Erhitzen auf 120° $2\frac{1}{2}$ Mol. Krystallwasser berechnete.

Ausserdem fand Strecker, dass die Cholsäure aus wässerigen Lösungen nicht in Oktaëdern, sondern in rhombischen Tafeln krystallisire, welche nur 1 Mol. Wasser enthalten. Versetzt man eine kalte essigsaure Lösung der Cholsäure mit Wasser, so entstehen prismatische Krystalle mit ebenfalls 1 Mol. Krystallwasser.

Die 1 Mol. enthaltende Cholsäure wurde krystallographisch von Kopp

*) Ann. d. Chem. Pharm. 67.

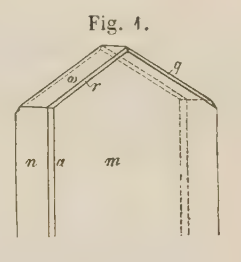
als rhombisch erkannt; ebenso sind die erwähnten Oktaëder von Tenne*) als zum rhombischen System gehörig bestimmt worden; ein Vergleich der beiden Formen wurde dabei nicht angestellt.

Neuerdings fand Mylius, dass diese Oktaëder ebenfalls nicht $2\frac{1}{2}$ Mol. Wasser sondern 1 Mol. Aethylalkohol enthalten, und dass verschiedene Alkohole die Fähigkeit besitzen, mit der Cholsäure krystallisirte Verbindungen einzugehen. Auch von der Cholsäure wurde mir eine Reihe Krystalle von Herrn Mylius übergeben. Ich will im Voraus bemerken, dass alle Krystalle rhombisch sind.

1. Freie Cholsäure $C_{24}H_{40}O_5$ (Fig. 1).

Aus heissem Wasser scheidet sich die Cholsäure in mikroskopischen Krystallen aus, welche aber leider keine Messungen gestatten; dagegen bildet die aus Butylalkohol gezogene, freie Cholsäure sehr schöne dünne Täfelchen mit äusserst glänzenden Flächen. Es ordnen sich stets eine ganze Anzahl solcher Blätter strahlenförmig aneinander, bei welchen allen nun das freie Ende mit Endflächen versehen ist.

Fig. 1.



$$m(n) = (110),\ (1\bar{1}0)\infty P$$
$$\omega = (1\bar{1}2)\tfrac{1}{2}P$$
$$a = (100)\infty\bar{P}\infty$$
$$r = (101)\bar{P}\infty$$
$$q = (011)\breve{P}\infty.$$

Die Tafelform wird veranlasst durch das bedeutende Vorherrschen der einen Prismenfläche $m = (110)$; die zugehörige Fläche $n = (1\bar{1}0)$, sowie die Fläche ω und besonders die Flächen a, r, q bilden nur ganz schmale Abstumpfungen, ω erscheint nur mit zwei Flächen, also hemiëdrisch; die ungleiche Beschaffenheit der beiden Prismenflächen deutet dann auf gleichzeitige Hemimorphie nach der Verticalaxe.

Es wurden beobachtet:

(110):(100)	= *31° 15′	
(1$\bar{1}$0):(1$\bar{1}$2)	*54 4	
(110):(101)	48 23	berechnet 48° 18′
(110):(011)	72 10	- 71 50

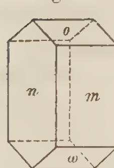
*) Zeitschr. für physiol. Chemie **10**, 175.

2. Cholsäure mit Wasser $C_{24}H_{40}O_5 + H_2O$.

Krystalle aus verdünnter Essigsäure, meist nadelförmig.

$$m(n) = (110),\ (1\bar{1}0)\infty P$$
$$o(\omega) = (112),\ (1\bar{1}2)\tfrac{1}{2}P.$$

Fig. 2.



Auch hier herrscht in der Regel die Fläche $m = (110)$ weit über $n = (1\bar{1}0)$ vor; $o = (112)$ ist selten vorhanden, und noch weniger häufig tritt ausserdem noch die Fläche $\omega = (11\bar{2})$ auf.

Offenbar ist auch diese Form hemiëdrisch, und da die Pyramide am untern Ende nicht unter n, sondern unter m auftritt (s. Fig. 2), so ist auch sie hemimorph.

Wegen der geringen Dimensionen von n und o gelang es mir nicht, eine Controlmessung von n nach o auszuführen, dagegen sind die Winkel von $m : n$ und $m : o$ resp. ω an einer grossen Reihe von Krystallen gemessen worden und stimmten sehr gut überein.

Ich fand:

$$(112):(\bar{1}\bar{1}2) = 71^0 36'$$
$$(110):(1\bar{1}0) = 62\ \ 43$$

Kopp fand für Krystalle aus Aetherlösung:

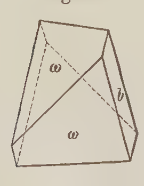
$$(112):(\bar{1}\bar{1}2) = 71^0 58'$$
$$(110):(1\bar{1}0) = 62\ \ 15$$

Seine Krystalle waren »prismatisch nach m und nach einer Zone m, o, o verlängert«, die Hemiëdrie und Hemimorphie wird nicht von ihm erwähnt.

3. Cholsäure mit Methylalkohol $C_{24}H_{40}O_5 + CH_3.OH$.

Die Krystalle sind sehr auffallend sphenoidisch-hemiëdrisch ausgebildet. Jedoch erscheinen ausser den gross ausgebildeten Flächen ω des einen Sphenoids meist auch noch als sehr schmale Abstumpfungen die Flächen des negativen Sphenoids. Ausserdem ist stets die Fläche $b = (010)$ gross entwickelt (s. Fig. 3). Auch die aus den verschiedenen Alkoholen erhaltenen Krystalle der Cholsäure mussten, um mit einander verglichen werden zu können, mit Hülfe der Methode der kleinsten Quadrate berechnet werden.

Fig. 3.



Setzen wir

$$\alpha = \tfrac{1}{2}\sphericalangle(\bar{1}1\bar{1}):(111)$$
$$\beta = \tfrac{1}{2}\sphericalangle(111):(11\bar{1})$$
$$\gamma = \tfrac{1}{2}\sphericalangle(111):(\bar{1}11),$$

so erkennt man aus einer sphärischen Projection die Bedingungsgleichung:

$$\sin^2\alpha - \sin^2\beta - \sin^2\gamma = 0 = \varphi(\alpha, \beta, \gamma).$$

In diesem Falle wird:

$$a_1 = 2\sin\alpha\cos\alpha$$
$$a_2 = -2\sin\beta\cos\beta$$
$$a_3 = -2\sin\gamma\cos\gamma.$$

p wird hier überall gleich 1.

Die Beobachtung ergab:

$$\alpha = 59^0 37'$$
$$\beta = 32\ 10$$
$$\gamma = 42\ 42$$

$$w = +0{,}00085$$
$$K = -0{,}00033006$$

$$v_1 = -1'\ 0''$$
$$v_2 = +1\ 2$$
$$v_3 = +1\ 8$$

Die berechneten Werthe sind:

$$\alpha = 59^0 36'\ 0''$$
$$\beta = 32\ 11\ 2$$
$$\gamma = 42\ 43\ 8$$

4. Cholsäure mit Aethylalkohol $C_{24}H_{40}O_5 + C_2H_5.OH$.

Die Kryställchen erscheinen meist als Sphenoide, zuweilen, aber selten, beide Sphenoide im Gleichgewicht.

Die Beobachtung ergab:

$$\alpha = 58^0 38'$$
$$\beta = 32\ 13$$
$$\gamma = 42\ 18$$

$$w = -0{,}08100$$
$$K = +0{,}0031548$$

$$v_1 = +\ 9'\ 28''$$
$$v_2 = -\ 9\ 46$$
$$v_3 = -10\ 48$$

Daher berechnet:

$$\alpha = 58^0 47'\ 28''$$
$$\beta = 32\ 3\ 14$$
$$\gamma = 42\ 7\ 12$$

Tenne fand:

$$\alpha = 58^0 49'$$
$$\beta = 32\ 40$$
$$\gamma = 41\ 40$$

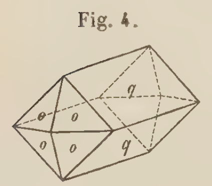
5. Cholsäure mit normalem Propylalkohol $C_{24}H_{40}O_5 + C_3H_7.OH$.

Die Kryställchen zeigen ausser der Pyramide o noch eine prismatische Fläche q, welche ich als Brachydoma orientirt habe.

Das hintere Ende ist jedoch nur äusserst selten ausgebildet.

Nach der Beobachtung ist:

Fig. 4.



$$\alpha = 58^0\ 3'$$
$$\beta = 32\ 36$$
$$\gamma = 41\ 41$$

$$w = -0{,}012547$$
$$K = +0{,}0048874$$

$$v_1 = +14'\ 40''$$
$$v_2 = -15\ \ 8$$
$$v_3 = -16\ 45$$

Daher berechnet:

$$\alpha = 58^0 17'\ 40''$$
$$\beta = 32\ 20\ 52$$
$$\gamma = 41\ 24\ 15$$

6. Cholsäure mit Allylalkohol $C_{24}H_{40}O_5 + C_3H_5.OH$.

Aus den höheren Gliedern der vorigen Reihe gelang es nicht mehr, Krystalle mit Alkoholgehalt ausscheiden zu lassen: vielmehr schieden sich, wie erwähnt, aus der Lösung in Butylalkohol alkoholfreie Cholsäurekrystalle aus. Jedoch gelang jenes noch mit einem ungesättigten Alkohol, dem Allylalkohol, und einem zweiwerthigen Alkohol, dem Aethylenglycol.

Die Krystalle mit Allylalkohol hatten die Form einer rhombischen Pyramide, an welcher jedoch meistens das untere Ende unvollständig ausgebildet war.

Die Beobachtung ergab:

$$\alpha = 59^0 12'\ 30''$$
$$\beta = 32\ \ 7\ 30$$
$$\gamma = 42\ \ 3\ 30$$

$$w = +0{,}006410$$
$$K = -0{,}00024966$$

$$v_1 = -7'\ 30''$$
$$v_2 = +7\ 44$$
$$v_3 = +8\ 33$$

Berechnet:

$$\alpha = 59^0\ 5'\ 0''$$
$$\beta = 32\ 15\ 14$$
$$\gamma = 42\ 12\ \ 3$$

7. Cholsäure mit Aethylenglycol $C_{24}H_{40}O_5 + C_2H_4 \cdot \genfrac{}{}{0pt}{}{OH.}{OH.}$

Der Habitus der Krystalle war dem vorigen fast gleich.

Es wurde beobachtet:

$$\alpha = 59^0 22'$$
$$\beta = 32\ \ 9$$
$$\gamma = 42\ \ 4$$

$$w = +\ 0{,}008303$$
$$K = -\ 0{,}003234$$

$$v_1 = -\ \ 9'\ 42''$$
$$v_2 = +\ 10\ \ 1$$
$$v_3 = +\ 11\ \ 5$$

Berechnet:

$$\alpha = 59^0 12'\ 18''$$
$$\beta = 32\ 19\ \ 1$$
$$\gamma = 42\ 15\ \ 5$$

Zusammenstellung der Axenverhältnisse:

	freie Chols.	Chols. mit Wasser	Chols. mit Methylalk.	Chols. mit Aethylalk.	Chols. mit norm. Propylalk.	Chols. mit Allylalk.	Chols. mit Aethylenglycol
a	0,6068	0,6092	0,7460	0,7725	0,7946	0,7649	0,7614
b	1	1	1	1	1	1	1
c	0,7518	0,7505	0,9502	0,9763	0,9819	0,9628	0,9576
				oder			
a	1	1	1	1	1	1	1
b	1,6480	1,6415	1,3391	1,2945	1,2599	1,3074	1,3133
c	1,2389	1,2319	1,2724	1,2637	1,2358	1,2587	1,2576

Schlussbemerkungen.

Sowohl die wasserfreie, als die wasserhaltige, und die verschiedenen alkoholhaltigen Krystalle der Cholsäure gehören demselben System an.

Auf das Axenverhältniss hat der Eintritt des Wassers keinen nennenswerthen Einfluss; der Eintritt des Alkohols bewirkt eine bemerkbare Veränderung und zwar bis zum Propylalkohol einschliesslich eine continuirliche, in der Weise, dass das Verhältniss $a : c$ nahezu constant bleibt, während sich das Verhältniss $b : c$ der Einheit nähert.

Die Art der Ausbildung und das Axenverhältniss der Cholsäure mit Propylalkohol ist dem tetragonalen Systeme (hemimorph nach der Hauptaxe) täuschend ähnlich.

Die Cholsäure ohne Wasser und ohne Alkohol ist auffallend hemiëdrisch und hemimorph. Die höheren Glieder der Reihe werden stufenweise symmetrischer.

Da die bekannten entsprechenden Krystalle weder hemiëdrisch noch hemimorph sind, so lassen sich bei diesen die zuletzt genannten Eigenschaften nicht vergleichen. Die zuerst genannte Eigenschaft gilt auch für das Chinidin.

XVI. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

1. A. Schrauf (in Wien): **Eine neue Zonenformel für orthogonale Systeme.** Bei krystallographischen Untersuchungen kommt es ziemlich häufig vor, dass nicht alle, sondern nur einzelne Flächen einer Zone deutliche Signale reflectiren. Gehen solche Zonen durch eine Pinakoidfläche, so lässt sich aus dem gemessenen Winkel zweier differenter, durch ihre Indices bestimmter Flächen auch die Neigung jeder dieser Flächen gegen die betreffende Pinakoidfläche ermitteln. Hessenberg hat 1861 von dieser Thatsache Gebrauch gemacht und sich die für den speciellen Fall passende Formel direct aus der Construction der Poldreiecke von Brucit abgeleitet. Das Problem gestattet jedoch eine allgemeine Lösung. Die im Nachfolgenden angegebenen Rechnungsformeln gelten für alle Zonenbüschel, die durch eine Pinakoidfläche von tesseralen, pyramidalen, orthohexagonalen, trimetrischen Krystallen gelegt sind, sowie überdies für die monokline Prismenzone.

Die Aufgabe lautet: Aus den gemessenen Neigungen: $(h\,k\,1):(h, k, \pm z)$; $(h\,1\,l):(h \pm y, l)$; $(1kl):(\pm x, k, l)$ sollen abgeleitet werden die Winkel: $(001):(h\,k\,1)$; $(010):(h\,1\,l)$; $(100):(1kl)$.

Die Indices der beobachteten Flächen sind willkürlich, doch müssen sie dem Gesetze der Zone folgen. Daher wird in der Mehrzahl der Fälle schon die nothwendige Bedingung erfüllt sein, dass je zwei Indices gleich und nur der dritte variirt, z. B.: (111) (112) ... (101) (102) ... Sollten die anvisirten Flächen nicht so einfache Indices besitzen, so sind diese letzteren zum Zwecke der Rechnung zu transformiren in $(h\,k\,1)\,(h, k, \pm z)$ ..., damit je zwei der Indices gleich werden und die dritten im Verhältnisse $1 : \pm z \ldots 1 : \pm y \ldots 1 : \pm x$ stehen. Sei beispielsweise gemessen der Neigungswinkel der Flächen (334):(223), so werden diese Indices umgestellt in $(\frac{6}{8}, \frac{6}{8}, 1):(\frac{6}{8}, \frac{6}{8}, \frac{9}{8})$. Hier ist dann $h = k = \frac{6}{8}$, $z = \frac{9}{8}$, und die Indices der Flächen zum Zwecke der Rechnung $(h\,k\,1)\,(hk\frac{9}{8})$. Nach Erhalt des Rechnungsresultates treten wieder die der Symmetrie des Körpers entsprechenden ursprünglichen Symbole in Kraft, sowie auch die Indices aller übrigen Flächen ungeändert bleiben.

Unter diesen Voraussetzungen lassen sich aus der bekannten Formel für den Durchschnitt zweier Linien in leichter Weise nachfolgende Gleichungen ableiten.

Die vorhandenen Flächen seien: $c(001)$, $m(kk1)$, $d(hkz)$, $f(hk\bar{z})$; messbar wäre nur die Combination md oder mf; dann ist

$$\left.\begin{aligned} 2W_{\pm} &= \text{cotang}\,(hk1)(h,k,\pm z) \\ \varphi_{\pm}^2 &= [(\pm z)-1]^2 W_{\pm}^2 - (\pm z) \end{aligned}\right\} \text{I}$$

$$\left.\begin{aligned} \text{tang}\,cm &= (z-1)W_{+} + \varphi_{+} \\ \text{cotang}\,cd &= (z-1)W_{+} - \varphi_{+} \end{aligned}\right\} \text{II}$$

$$\left.\begin{aligned} -\,\text{tang}\,cm &= (\bar{z}-1)W_{-} - \varphi_{-} \\ \text{cotang}\,(180^0 - cf) &= (\bar{z}-1)W_{-} + \varphi_{-} \end{aligned}\right\} \text{III}$$

Zur Controle dient z tang cd = tang cm.

Die Suffixe $\pm$ an W und φ unterscheiden die Functionen, je nachdem diese sich auf Flächen eines Quadranten — gleichsam beide Flächen mit positiven Indices — oder auf Flächen zweier Quadranten beziehen, wo ein negativer Index auftritt und dieses durch W_- und φ_- notirt erscheint.

Die unter I, II, III gegebenen Formeln sind sinngemäss anzuwenden, wenn der variable Index nicht wie oben $\pm z$ ist, sondern an erster oder zweiter Stelle steht. Denn es ist selbstverständlich, dass man $\pm x$ mit dem Pinakoide $a(100)$, $\pm y$ mit dem Pinakoide $b(010)$, $\pm z$ mit $c(001)$ combinirt.

Diese Gleichungen gestatten ausserdem noch festzustellen, ob irgend eine Neigung von zwei benachbarten Flächen in einer Hauptzone, z. B. md oben . . . mit der Grundbedingung orthogonaler Axen übereinstimmt. Beispielsweise mag erwähnt werden, dass in keinem orthogonalen Systeme die Neigung der Flächen (111)(112) oder (110)(210) . . . (110)(120) . . . (101)(201) etc. grösser als $19^0\,28'\,16,''4$ sein kann, gleichgültig, wie auch das Parameterverhältniss lauten mag.

Das »Maximum« des Neigungswinkels zweier Flächen in »einem« Quadranten einer orthogonalen Hauptzone wird nämlich nach I bestimmt durch die Gleichung:

$$\text{IV} \qquad \text{cotang}\,(hk1)(hkz) = \frac{2\sqrt{z}}{z-1}.$$

Daher das »Maximum« des Winkels für $z = 2$ bei Arc cotang $2\sqrt{2}$; für $z = 3, 4, 5\ldots$, bei Arc cotang $\sqrt{3}$, $\frac{4}{3}$, $\frac{\sqrt{5}}{2}\cdots$ erreicht wird.

2. H. Laspeyres (in Kiel): **Bemerkungen über die Aufstellung des Reflexionsgoniometers.** Die wiederholt gemachte Beobachtung, dass die Reflexionsgoniometer und andere zur mineralogischen Forschung bestimmte Präcisionsinstrumente keine gute Aufstellung erfahren, sowie mehrfache Anfragen hierüber lassen einige Mittheilungen über meine hierin gemachten Erfahrungen an dieser Stelle nicht ganz überflüssig erscheinen.

1) In den meisten Fällen sieht man die Goniometer auf gewöhnlichen Tischen ohne jede weitere Vorsichtsmassregel mit dem Fussboden und dessen Balkenlage in Verbindung aufgestellt. Dadurch theilen sich alle Vibrationen des Fussbodens dem Tische und dem Instrumente mit.

In keinem physikalischen Institute dürfte eine derartige primitive Aufstellung der Instrumente mehr zu finden sein; überall sind diese vom Fussboden völlig isolirt aufgestellt. Dieselbe Einrichtung ist für ein mineralogisches Laboratorium ebenso nöthig.

Für die im Erdgeschosse oder über gewölbten Räumen liegenden Zimmer erhält man solche isolirte Festpunkte leicht durch Mauerpfeiler, welche im

Keller fundamentirt sind oder auf den Gewölbekuppen bez. Gewölbebögen stehen und durch die Balkenlage ohne Berührung derselben hindurchgehen.

Solche Anlagen werden in der Regel nur bei Neubauten ausgeführt werden können. Sollen in schon vorhandenen Gebäuden Festpunkte gewonnen werden, welche nicht an der Wand liegen und dadurch einseitig beschränkt sind*), sondern welche von allen Seiten frei zugänglich sind, so gelingt das in schmalen Zimmern, wenn man von Wand zu Wand zwei genügend starke, parallel neben einander liegende eiserne Träger — sog. Doppel-T-Schienen — so einziehen lässt, dass sie dicht über dem Fussboden, aber von diesem völlig isolirt, liegen. Auf diese kommt das Gestell für das Instrument zu stehen.

Um den Verkehr im Zimmer und das allseitige Herantreten an den Apparat nicht zu hindern, sind diese Schienen wiederum isolirt mit Dielen überbrückt. Die Brücken fehlen nur da, wo das Gestell auf den Schienen aufsteht.

Bei einer freien Spannweite von 2,30 m haben sich im hiesigen provisorischen Institute 18 cm hohe, 8 cm breite und 1 cm starke Doppelträger als stabil bewährt.

2) Ebenso wichtig wie die Gewinnung des Festpunktes ist diejenige eines stabilen und bequemen Gestelles zum Aufstellen des Instrumentes.

In den physikalischen Instituten findet man auf drei Beinen ruhende Böcke, deren Obertheile durch Triebwerke hoch und niedrig gestellt werden können.

Abgesehen davon, dass diese Gestelle, wenn sie bequem und annähernd stabil sein sollen, sehr theuer sind, erreichen sie doch nie ganz die gewünschte Festigkeit.

Viel einfacher und billiger ist es, nicht den Apparat nach Bedürfniss zu heben und zu senken, sondern diesem eine unveränderliche mittlere Höhe zu geben und mit Hülfe eines Schraubstuhles den Beobachter in die gewünschte Höhe zu versetzen.

Als solches Untergestell, welches auf dem Festpunkte durch eingepasste Dornen oder Schrauben befestigt wird, empfiehlt sich ein gusseisernes Gestell nach Art desjenigen einer Nähmaschine, oder ein solches selber, wenn es kräftig genug gebaut und bequem verstrebt ist.

Die Tischplatte aus hartem Holze läuft frei beweglich auf Schwindleisten, welche an dem eisernen Gestelle angeschraubt sind. Unter der Tischplatte ist zur Aufnahme der Nebenapparate des Instrumentes eine Schublade sehr bequem.

Das Instrument wird mit einem Glaskasten gegen Staub etc. am besten in der Weise geschützt, dass der Unterrand des Kastens in einem ringsum laufenden, mit Sammet ausgelegten Falz in die Tischplatte eingreift. Dieser Falz verhindert zugleich das Herabgleiten der Nebenapparate und den Verlust der etwa herabfallenden Krystalle.

3) Zur Befestigung des Krystalles am Krystallträger bediene ich mich nicht der von Klein für kleine Krystalle vorgeschlagenen und von Websky**) angenommenen Methode, sondern des sog. rothen Modellirwachses in Stangen vom Wachsfabrikanten Max Luckner in München, Neuhausergasse Nr. 15.

Dasselbe ist nämlich bei der gewöhnlichen Zimmertemperatur sowohl im Sommer wie im Winter fest, ohne mit dem Alter hart und spröde zu werden,

---

*) In diesem Falle genügen horizontal durch die Wand eingemauerte Steinplatten oder eiserne Träger.

**) Diese Zeitschr. 1880, 4, 556.

wird aber in der Hand sehr rasch weich und klebrig und lässt sich dann zu den feinsten Spitzen ausziehen, mit denen man die kleinsten Krystalle direct aufnehmen kann. Die Krystalle haften sofort am Wachs und fallen selbst bei minimaler Berührungsfläche nicht so leicht herunter, noch ändern sie ihre Lage zu dem bald wieder erhärteten Wachs.

Auch grosse Krystalle lassen sich mit diesem Wachse auf dem Krystallträger gut befestigen.

4) Zur Beleuchtung der Nonien und des Limbus beim Fuess-schen Goniometer-Modell Nr. II behufs Ablesens empfiehlt Websky*) die seitliche Aufstellung eines handhohen Lichtes, das man beim Einstellen der Reflexe verdeckt wegsetzen muss.

Hat man einen nach Art der Wagenlaternen construirten Leuchter, bei dem die Dochthöhe stets dieselbe bleibt, jedoch beliebig abgeändert werden kann, und bei dem das Licht durch einen Hohlspiegel auf einer bestimmten Stelle verstärkt werden kann**), so genügt wohl diese Beleuchtungsart, ist aber durch das häufige Hin- und Fortstellen des Lichtes unbequem.

Ungleich besser und bequemer ist es, gerade über dem Goniometer eine von der Stubendecke herabhängende, nach unten keinen Schatten werfende Gaslampe mit freischwebendem Milchglasschirm und Argandbrenner mit Regulirhahn anzubringen, die mittelst eines Flaschenzuges hoch und niedrig geschoben werden kann. Durch Umlegen des Regulirhahnes kann die Flamme ohne Erlöschen nichtleuchtend gemacht werden.

Nimmt man bei den Fuess'schen Goniometern, Modell Nr. II den kleinen Beleuchtungsspiegel von den Lupenträgern ab, lässt aber das halbcylindrische Hornblatt, so sind zu gleicher Zeit beide Nonien in vorzüglicher Weise beleuchtet.

Um das Goniometer gegen das etwaige Herabfallen der darüber hängenden Lampe bez. deren Gegengewichte sicher zu stellen, befestigt man dieselben mittelst Sicherheitsketten nochmals an die Stubendecke, so dass dadurch die Bewegung der Lampe aber nicht gehindert wird.

3. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Ueber das Krystallsystem des Descloizit** (durch Herrn G. vom Rath an die Redaction mitgetheilt). Dank dem Scharfsinn und der Geschicklichkeit Bertrand's konnte ich endlich die Frage nach dem Krystallsystem des Descloizit mit Sicherheit lösen. Es ist das rhombische.

Indem ich in den letzten Tagen nochmals alle meine parallel der Basis geschnittenen Platten mit der neuen Beleuchtungslinse und dem neuen Objectiv (beschrieben im Bull. Soc. min. 8, 29 u. 377; s. Ausz. S. 206 am Schlusse d. Heftes) prüfte, überzeugte ich mich, dass die spitze negative Bisectrix zwar normal zur Basis steht, dass aber die grosse Divergenz der Axen nur eine Andeutung der Ringe am äussersten Rande des Gesichtsfeldes wahrzunehmen gestattete. Drei Platten (zwei von Cordoba, eine von Lake Valley), welche etwas schief gegen die Bisectrix geschnitten sind, zeigten mir ein System ovaler Ringe mit starker Dispersion, roth innen, grün aussen bei paralleler Lage der Axen zur Ebene der Polarisation. Eine vierte Platte von Cordoba erlaubte etwas mehr wahrzunehmen, den Beginn des zweiten Systems, welches aus kreisförmigen Ringen zu bestehen schien, mit einem unbestimmten Roth innen. Es konnte demnach geneigte Dis-

*) Diese Zeitschr. 1880, **4**, 546 u. 555.

**) Solche »Patentleuchter« fertigt zu 5 ℳ Otto Schumann aus Hamburg in Berlin, Charlottenstrasse No. 26.

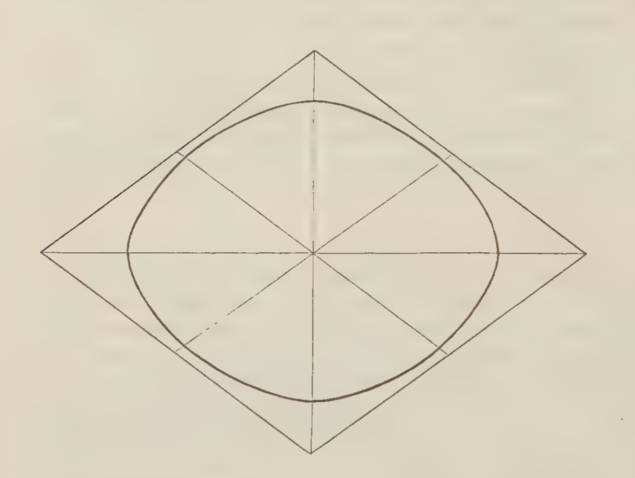
persion vorhanden sein. Indess sind bekanntlich die Wahrnehmungen am äussersten Rande des Sehfeldes der Mikroskope wenig zuverlässig. Ich begab mich demnach mit meinen Platten zu Bertrand. Nur bei einer einzigen Platte glückte die Uebertragung auf eine $\frac{1}{2}$ mm dicke Platte stark brechenden Glases. Bei Immersion in eine gleichfalls stark brechende Flüssigkeit, unter Anwendung einer neuen Linse, konnten wir endlich zwei vollkommen symmetrische Systeme ovaler Ringe, mit Roth innen, Grün aussen wahrnehmen. Jede Täuschung war demnach verschwunden und wir können, Dank dem Scharfsinn Bertrand's, bestimmt behaupten, dass der Descloizit rhombisch ist.

Es würde jetzt von Wichtigkeit sein, mit dem neuen Mikroskop den Libethenit und Olivenit, welche bei weitem nicht so grosse Schwierigkeiten darbieten, zu untersuchen. Aller Wahrscheinlichkeit nach müssen sie gleichfalls als rhombisch betrachtet werden, im Widerspruch zu gewissen Ansichten, welche in dieser Hinsicht ausgesprochen wurden.

4. **C. S. Bement** (in Philadelphia): **Ueber neuere amerikanische Mineralvorkommen** (durch Herrn G. vom Rath der Redaction mitgetheilt). Der Colemanit wird nicht so selten bleiben, wie man geglaubt hat. Von mehreren Personen, welche mit dem Westen vertraut sind, bin ich versichert worden, dass das Mineral in grösserer Menge entweder bereits gefunden worden ist, oder sicherlich sich finden wird. — Einige gute Apophyllite sind in unserem Stadtgebiete selbst entdeckt worden; der beste in meinem Besitz, $\frac{1}{2}$ Zoll im Quadrat, zeigt nur Basis, Prisma und Grundform. Andere neue Vorkommen sind die grossen Molybdänite aus Canada, sowie die Arsenopyrit-Zwillinge von Deloro, Hastings Co., Ontario. Auch haben sich weitere wohl krystallisirte Zinkite zu Franklin gefunden. Ein Herr aus Topeka brachte mir eine Sammlung von Mineralien des Westens: die schönsten Vanadinite, welche ich jemals gesehen; Wulfenite, Rhodochrosit (2 cm lang), Rothkupfer von Arizona, Malachit, Azurit (ausgezeichnete indigofarbige Krystalle) von Colorado. Aus dem Pike's Peak-Gebiet erhielt ich schöne Astrophyllite, flächenreiche Baryte, mehrere an beiden Enden ausgebildete Topase (vom Crystal P., nahe dem Pike's P.), Topas auf grünem Mikroklin, Phenakite in kleinen, dem Quarz auf- und eingewachsenen Krystallen. Zinnstein-Zwillinge, von Topas begleitet, vom Crystal Peak. Von Canada (Orford, Quebec) besitze ich jetzt schöne Uwarowite, associirt mit prachtvollen, langprismatischen Pyroxenen; von dort auch interessante weisse Granate (Wakefield, Quebec). Hidden sandte mir die ausgewählteste Suite von Rutil, Glimmer, Dolomit; sie entstammt einer im November vor. J. geöffneten Druse. Edelsteine (Smaragd und Smaragd-Spodumen) scheint jene Druse nicht beherbergt zu haben, wohl aber edelsteinähnliche Rutile. Einer der Dolomitkrystalle misst 6 Zoll; auf einer Stufe sind associirt Glimmer, Rutil, Dolomit, Eisenkies, Beryll und Apatit. Letzteres Mineral zeigt zuweilen höchst flächenreiche Combinationen. Durch Kunz erhielt ich eine Suite von Eisenkies von Montezuma, Colorado, welche an Schönheit und bemerkenswerthen Combinationen Alles übertrifft, was ich bisher besass. Auch zwei Granatkrystalle fügte er bei; jeder wiegt 6 Pfund. Sie sind mit einem Ueberzuge von Chlorit bedeckt, welcher sich leicht ablöst und glänzende Flächen enthüllt. Fundort: Salida, Colorado. In Lampassos Co., Texas, sind kürzlich Cölestine von bemerkenswerther Grösse gefunden worden. Ich besitze von dieser Fundstätte einen bläulichen Krystall, welcher nicht weniger als 10 Pfund wiegt. Die Flächen dieser riesigen Krystalle sind zwar eben, aber nicht

glänzend. Vielleicht gelingt es mir, kleinere Krystalle mit glänzenden Flächen zu erlangen.

5. F. Pfaff (+ in Erlangen): **Härtecurve der Zinkblende auf der Dodekaëderfläche** (an Pr. V. von Ebner und durch diesen an die Redaction mitgetheilt). Die Bestimmungen wurden an einem schönen braunen, keine Zwillingslamellen enthaltenden Spaltungsstück, wahrscheinlich von Kapnik, angestellt. Es ergab sich die in beistehender Figur dargestellte Härtecurve, nämlich 10 : 11 : 12, genauer 10,2 : 11 : 11,9, als Verhältniss der Härte in der Richtung der kurzen Diagonale, parallel der Kante und in der Richtung der langen Diagonale.



Eine Ungleichheit der Härte in der Richtung der kurzen Diagonale, je nachdem man sie aufwärts oder abwärts hobelte, konnte ich nicht constatiren, obwohl ich darauf ganz besonders achtete und in beiden Richtungen acht Mal Versuche anstellte. Es ergaben sich zwar kleine Differenzen, aber so, dass bei den verschiedenen Versuchsreihen keine Constanz sich zeigte, sondern bald nach aufwärts, bald nach abwärts die Härte etwas grösser war. Ich wandte, um in den verschiedenen Richtungen womöglich grössere Differenzen zu erhalten, einen neuen, sehr scharfen und vortrefflich gleichmässig angreifenden Diamantsplitter an und überfuhr jedesmal, ehe die Mikrometerschraube den Krystall weiter schob, denselben 40 Mal mit dem Diamant, der mit 45 g belastet war, wodurch dann bis zu 16 mg Pulver weggenommen wurde. Da meine Wage noch $\frac{1}{10}$ mg angiebt, konnten so die Härteunterschiede sehr genau bestimmt werden.

XVII. Auszüge.

1. W. Semmons (in London): **Neuer Fund von Connellit** (Min. Magaz. a. Journ. of the Min. Soc., No. 30, August 1885, **6**, 160—163. Read March 10th, 1885).

C. O. Trechmann (in Hartlepool): **Connellit von Cornwall** (Ebenda, No. 30, August 1885, **6**, 171).

H. A. Miers (in London): **Ueber Connellit und Monazit von Cornwall** (Ebenda, No. 30, August 1885, **6**, 164—167. Read June 16th, 1885). Connellit in grösseren Krystallen als früher, eine Länge von 2—4 mm erreichend; in Cuprit mit Malachit und Chrysokoll, Kupferglanz und Kupferkies. Fundorte Marke Valley und Camborne in Cornwall, dort auch mit Chalcophyllit, hier mit Brochantit und Azurit. Die Connellit-Krystalle sind glänzend und tiefer blau, als die älteren, weil dicker. $(10\bar{1}1)P$, $(11\bar{2}0)\infty P2$, $(10\bar{1}0)\infty P$; selten $(0001)0P$. Herr Miers giebt keine Messungen an, berichtet aber deren Uebereinstimmung mit den früheren des Herrn Maskelyne*). Herr Trechmann fand

$(10\bar{1}0):(11\bar{2}0) = 30^0$ approx.
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) = 47^0\ 31'$ ($47^0\ 10'$ Maskelyne)
$(01\bar{1}1):(10\bar{1}0) = 66^0\ 30'$ (66 25 -).

Die von Maskelyne beobachtete dihexagonale Pyramide wurde an diesen Krystallen nicht gefunden.

Auf krystallisirtem Quarz und Albit fanden sich einige isolirte Krystalle von Monazit. Die betreffende Stufe, vom British Museum erworben, ist nach dem Ansehen des Quarzes, Albits und des begleitenden Thonschiefers augenscheinlich von Cornwall. Die Monazit-Krystalle sind 1—2 mm lang und breit, $\frac{1}{2}$—1 mm dick, gelblichbraun, nahezu rectanguläre Tafeln nach $(100)\infty P\!\!\!/\infty$. Ausser dem Orthopinakoid zeigen die Krystalle noch $(011)R\!\!\!/\infty$, $(\bar{1}11)P$, $(\bar{2}11)2P\!\!\!/2$, $(111)-P$, $(101)-P\!\!\!/\infty$, $(110)\infty P$, $(120)\infty R\!\!\!/2$, $(\bar{1}21)2R\!\!\!/2$, $(010)\infty R\!\!\!/\infty$, $(\bar{1}01)P\!\!\!/\infty$, $(112)-\frac{1}{2}P$, $(701)-7P\!\!\!/\infty$; die letzten beiden neu.

	Berechnet:	Beobachtet:
$(101):(112) =$	$24^0\ 38\frac{1}{2}'$	$24^0\ 36'$
$(101):(701) =$	$31\ \ 14\frac{1}{2}$	31 48 approx.

*) Phil. Mag., Jan. 1863, **25**, 39.

Die übrigen Messungen stimmen ziemlich mit denen des Herrn von Kokscharow (Mat. Mineral. Russlands) überein. Durch herausragende Krystallecken ist oft eine Zwillingsbildung nach (100)∞P∞ angedeutet.

Ref.: C. Hintze.

2. **W. Ivison Macadam** (in Edinburgh): **Ueber die chemische Zusammensetzung des Butyrellit** (Min. Magaz. a Journ. of the Min. Soc., No. 30, August 1885, **6**, 175—180. Read June 16th, 1885). Bei der Untersuchung von zehn Exemplaren von verschiedenen, theils unbekannten Fundorten, Torfmooren Irlands und Schottlands, fand der Verf., dass der in Aether lösliche Antheil des Butyrellits in allen Beziehungen dem unter gleichen Verhältnissen aus gewöhnlicher Butter erhaltenen Körper entspricht: dieser Antheil schwankt bei den zehn Analysen von 91,52 bis 98,94 Procent. Der in Aether unlösliche Antheil, 0,38 bis 4,56 Procent, war etwas in Wasser löslich und zeigte die Anwesenheit von Milchzucker; der in Wasser unlösliche Rückstand enthielt Stickstoff, und gab beim Verbrennen denselben eigenthümlichen Geruch wie Käse. Der dritte, mineralische Antheil (Asche), 0,01 bis 0,36 Procent, enthielt Spuren von Phosphorsäure. Dies Alles, und der Umstand, dass eines der untersuchten Stücke des »Butyrellit« im Inneren Kuhhaare umschloss, machen wohl die Streichung dieser Substanz aus der Liste der »Mineralien« erwünscht.

Ref.: C. Hintze.

3. **G. S. Mackenzie** (in Craig Lee, by Dundee): **Seltene Kupfermineralien von Utah** (Ebenda, No. 30, August 1885, **6**, 181—182. Read 16th June, 1885). Zwei Substanzen, welche auf der Eagle Mine, Utah Territory, vereint mit Olivenit und anderen Kupferverbindungen vorkommen, werden auf Grund der mitgetheilten Analysen vom Verf. als Conichalcit und Chenevixit bezeichnet.

Conichalcit, smaragdgrüne Kügelchen, von der Zusammensetzung unter I., unter II. die Analyse des Original-Conichalcit von Fritzsche*):

	I.	II.
CuO	28,59	31,76
CaO	19,67	21,36
MgO	0,61	—
ZnO	2,75	—
Ag	0,29	—
As_2O_5	39,80	30,68
P_2O_5	0,20	8,81
V_2O_5	—	1,78
H_2O	5,55	5,61
Fe_2O_3	0,45	—
CO_2	0,98	—
Quarz	1,11	—
	100,00	100,00

Chenevixit, eine grünliche opake Substanz, fast ohne Glanz, von der Zusammensetzung unter I., unter II. die Analyse des Original-Chenevixit von Pisani**):

*) Pogg. Ann. 1849, **77**, 139.
) Compt. rend. 1866, **62, 690.

	I.	II.
CuO	26,88	31,70
CaO	0,55	0,34
MgO	0,23	—
Fe_2O_3	26,94	25,10
Al_2O_3	1,17	—
As_2O_5	34,62	32,20
P_2O_5	—	2,30
H_2O	9,25	8,66
Quarz	0,71	—
	100,35	100,30

Ref.: C. Hintze.

4. **A. Arzruni** (in Aachen): **Krystallform des diacetonphosphinsauren Baryum** (aus Michaëlis: Ueber Acetonphosphorverbindungen. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1885, **18**, 903). Das diacetonphosphinsaure Baryum

$$(C_6H_{11}OPO_3)_2 < {H_2 \atop Ba} + 2H_2O$$

krystallisirt rhombisch.

$$a : b : c = 0,7850 : 1 : 2,5252.$$

Beobachtete Formen: (001), (111) und (012).

Die Krystalle sind tafelförmig nach (001) entwickelt.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(111):(001)$	$= {}^*76^0\,12\frac{1}{2}'$	—
$(111):(1\bar{1}1)$	$= {}^*73\ \ 41\frac{1}{2}$	—
$(111):(11\bar{1})$	$= 27\ \ 34$	$27^0\,35'$
$(111):(\bar{1}11)$	$= 99\ \ 35\frac{1}{2}$	$99\ \ 38$
$(111):(012)$	$= 51\ \ 55$	$51\ \ 49\frac{1}{2}$
$(001):(012)$	$= 51\ \ 29$	$51\ \ 37$
$(012):(01\bar{2})$	$= 76\ \ 35$	$76\ \ 46$

Optische Axenebene (010). Erste Mittellinie die Axe c. Im verticalen Polarisationsinstrument erblickt man durch eine natürliche Platte nach (001) beide Axen am Rande des Gesichtsfeldes, mit einer Dispersion $\varrho > v$.

Der Winkel der Axen in Luft ergab sich

für Li-Licht $= 123^0\ 2'$
- Na- - $= 122\ 44$
- Tl- - $= 122\ 24$

Der Charakter der ersten Mittellinie ist optisch positiv.

Ref.: C. Baerwald.

5. **C. Hintze** (in Bonn): **Krystallform des Diammoniumoxalats** aus R. Anschütz und C. Hintze: Ueber das Diammoniumoxalat. Ebenda, 1885, **18**, 1395). Das Diammoniumoxalat $(CONH_4)_2 + 2H_2O$, welches schon öfter der Gegenstand krystallographischer Untersuchungen war, wurde bisher für rhombisch-holoëdrisch gehalten. Nach den Untersuchungen des Verf. ist diese Verbindung jedoch unzweifelhaft rhombisch-hemiëdrisch.

$$a : b : c = 0,77583 : 1 : 0,73323.$$

Beobachtete Formen: $(001)0P$, $(100)\infty\bar{P}\infty$, $(010)\infty\breve{P}\infty$, $(110)\infty P$, $(011)\breve{P}\infty$, $(012)\frac{1}{2}\breve{P}\infty$, $\varkappa(112)+\frac{\frac{1}{2}P}{2}$ und $\varkappa(1\bar{1}2)-\frac{\frac{1}{2}P}{2}$.

	Beobachtet:	Berechnet:
(010):(011) =	*53° 45′	—
(001):(112) =	*30 53	—
(011):(012) =	16 3	16° 17′
(001):(012) =	20 12	20 8
(112):(011) =	28 32	28 35
(112):(1$\bar{1}$0) =	82 29	82 40
(010):(011) =	68 59	68 45
(110):(100) =	37 46	37 48

Da die Fläche (112) niemals vollflächig erscheint, sondern bald als rechtes, bald als linkes Sphenoid beobachtet wurde, so lassen sich die Krystalle scharf in solche rechter und linker Stellung scheiden. Linkshemiëdrische Krystalle wurden häufiger beobachtet als rechtshemiëdrische.

Eine sehr verdünnte Lösung der ersteren zeigte keine Drehung der Polarisationsebene. Oxalsäure aus demselben Salz mittelst des Bleisalzes dargestellt erwies sich krystallographisch identisch mit der gewöhnlichen Oxalsäure.

Ref.: C. Baerwald.

6. C. Hintze (in Bonn): **Krystallform des sauren inactiven apfelsauren Ammoniums** (aus Anschütz: Beiträge zur Kenntniss der Aepfelsäuren. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1885, **18**, 1950). Zur Entscheidung der Frage, ob die auf verschiedenem Wege erhaltenen inactiven Aepfelsäuren identisch sind, stellte Anschütz dieselben sowohl nach dem Verfahren von Kekulé aus Monobrombernsteinsäure, als auch nach Jungfleisch aus Fumarsäure und Wasser dar.

Die krystallographische Untersuchung der sauren Ammoniumsalze dieser Säuren zeigte nun die vollkommene Uebereinstimmung dieser Salze sowohl untereinander, als auch mit dem entsprechenden Salz der aus inactiver Asparaginsäure erhaltenen inactiven Aepfelsäure, welches bereits von Pasteur krystallographisch untersucht wurde.

Auch die neuerdings von H. J. van't Hoff jr. (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1885, **18**, 2713) aus Maleïnsäure, Natron und Wasser dargestellte inactive Aepfelsäure lieferte ein saures Ammoniumsalz, das mit den auf anderem Wege erhaltenen Salzen vollkommen identisch ist.

Krystallsystem: monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,58559 : 1 : 0,53769,$$
$$\beta = 68^0 12' \text{ (nach Pasteur } 68^0 4').$$

Beobachtete Formen: $(110)\infty P$, $(130)\infty R3$, $(011)R\infty$.

Da die aus Fumarsäure erhaltenen Krystalle besser ausgebildet waren, so wurden die aus diesem Salz ermittelten Werthe zur Berechnung der Constanten benutzt.

	Hintze: Salz aus Fumarsäure. Beobachtet:	Berechnet:	Salz aus Monobrombernsteinsäure. Beobachtet:	Pasteur: Beobachtet:	van't Hoff:
$(110):(1\bar{1}0) =$	57° 4′	—	57° 11′	55° 21′	57° 14′
$(011):(0\bar{1}1) =$	53 4	—	53 13	52 40	53 20
$(011):(110) =$	59 39	—	59 46	60 38	61 33
$(110):(130) =$	—	29° 57′	30 3	30 27	—
$(011):(1\bar{1}0) =$	—	85 30	84 48	85 22	86 50

Ref.: C. Baerwald.

7. Derselbe: Krystallform des *o*-Azoxytoluol (Ebenda 2555). Das von H. Klinger und R. Pitschke dargestellte *o*-Azoxytoluol $C_7H_7 — N_2O — C_7H_7$ (Schmelzpunkt 59°—60°) krystallisirt monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,84158 : 1 : ?$$
$$\beta = 68° 37'.$$

Beobachtete Formen: $(001)0P$, $(010)\infty\mathcal{R}\infty$, $(110)\infty P$.

Kleine gelbliche, stets nach der Klinodiagonale gestreckte Krystalle. Meist tafelförmig nach (001), seltener nach (010).

$$(010):(110) = 51° 55'$$
$$(110):(1\bar{1}0) = 76\ 10$$
$$(001):(110) = 73\ 19$$

Optische Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene mit der Verticalen etwa 19° nach hinten bildend. Doppelbrechung mässig stark und positiv.

Ref.: C. Baerwald.

8. C. Busz (in Bonn): **Krystallform des Traubensäuremethyläthers** (aus R. Anschütz: Ueber die Bildung des Traubensäuremethyläthers aus Rechts- und Linksweinsäuredimethyläther. Ebenda 1398). Der aus Rechts- und Linksweinsäuredimethyläther dargestellte Traubensäuremethyläther ist mit dem aus Traubensäure dargestellten chemisch vollkommen identisch. Schmelzpunkt 85°. Auch in krystallographischer Beziehung zeigt er vollkommene Uebereinstimmung mit dem bereits von Bodewig*) beschriebenen Aether aus Traubensäure.

	Bodewig:	Busz:
$(110):(\bar{1}10) =$	90° 59½′	90° 57′
$(\bar{1}10):(\bar{1}11) =$	49 37	49 36
$(\bar{1}00):(\bar{1}11) =$	65 14	65 13
$(100):(001) =$	83 25	83 36½
$(110):(\bar{1}11) =$	87 15	87 16
$(\bar{1}11):(001) =$	44 52	44 45
$(001):(110) =$	85 26	85 26
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) =$	59 34	59 28
$(100):(110) =$	44 29	44 33

Ref.: C. Baerwald.

9. Tsunashiro Wada (z. Z. in Berlin): **Krystallform des Methylvioletts** (aus A. W. Hofmann: Zur Kenntniss des krystallisirten Methylvioletts. Ber.

*) Diese Zeitschr. **5**, 562.

d. deutsch. chem. Ges. 1885, **18**, 767). Die aus einer heissgesättigten, wässrigen Auflösung erhaltenen, im reflectirten Lichte grünlichbraunen Krystalle des Methylvioletts $C_{19}H_{12}(CH_3)_6N_3Cl$ gehören dem hexagonalen Krystallsystem an.

$$a : c = 1 : 0,4915.$$

Beobachtete Formen: $(10\bar{1}1)$ und $(10\bar{1}0)$.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$	$= 28^0 33'$	—
$(10\bar{1}1):(\bar{1}011)$	$= 58\ 55$	$59^0\ 5'\ 40''$
$(10\bar{1}1):(10\bar{1}0)$	$= 60\ 33$	$60\ 27\ 10$
$(10\bar{1}1):(01\bar{1}0)$	$= 75\ 43$	$75\ 43\ 30$

Ref.: C. Baerwald.

10. Fr. Heusler und **H. Klinger** (in Bonn): **Ueber Selenide aus den Anden** (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1885, **18**, 2556). Verf. analysirten dieselben Selenide aus den Anden, welche bereits Pisani beschrieben und analysirt hat*). Sie waren durch die Firma Krantz direct von Pisani bezogen worden.

Die von den Verf. erhaltenen Resultate weichen von den Pisani'schen ganz beträchtlich ab.

	I.	II.	III.	IV.
	Silberglänzendes Mineral:		Bleifarbiges Mineral:	
Ag	19,20 %	27,49 %	15,81 %	19,22 %
Cu	12,43	25,40	36,30	35,41
Se	32,77	29,54	46,25	41,58
Pb	35,70	17,10		
Co	—	0,39	1,64 Differenz	3,79 Differenz
Bi	—	—		
	100,20	99,92	100	100

Verf. vermuthen auch, dass die Pisani'sche Fundortsangabe unrichtig ist. Wahrscheinlich stammen die Erze aus der Grube Cacheuta, Provinz Mendoza, Argentinien.

Ref.: C. Baerwald.

11. F. J. Wiik (in Helsingfors): **Krystallform des Orthoxylylenchlorids** (aus: Edv. Hjelt, Ueber Orthoxylylenchlorid. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1885, **18**, 2879). Das Orthoxylylenchlorid $C_8H_6Cl_4$ (Schmelzpunkt 89⁰, Siedepunkt 273⁰—274⁰) krystallisirt asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9718 : 1 : 0,7410.$$

$$\alpha = 54^0 38'$$
$$\beta = 54\ 20$$
$$\gamma = 58\ 24$$

$$(100):(010) = 73^0 38'$$
$$(100):(001) = 66\ 15$$
$$(0\bar{1}0):(001) = 66\ 45$$
$$(\bar{1}11):(001) = 48\ 55$$
$$(\bar{1}11):(100) = 85\ 41$$

Ref.: C. Baerwald.

*) Siehe diese Zeitschr. **4**, 403.

12. A. Fock (in Berlin): **Krystallform des Isobenzalphtalimidin** (aus: S. Gabriel, Synthese von Derivaten des Isochinolins. Ebenda, 3470). Das Isobenzphtalimidin $C_{15}H_{11}NO$ krystallisirt asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,8608 : 1 : ?.$$

$$\alpha = 88^0 28' \qquad A = 82^0 43'$$
$$\beta = 111\ 24 \qquad B = 112\ 32$$
$$\gamma = 74\ 47 \qquad C = 73\ 12$$

Beobachtete Formen: $(100)\infty\bar{P}\infty$, $(010)\infty\breve{P}\infty$; $c(001)0P$; $m(1\bar{1}0)\infty P'$.

Glänzende, schwach gelbliche prismatische Krystalle. Häufig Zwillinge nach (110).

	Beobachtet:	Berechnet:
$(100):(0\bar{1}0)$	$= 73^0 12'$	—
$(100):(001)$	$= 67\ 28$	—
$(0\bar{1}0):(001)$	$= 82\ 43$	—
$(010):(110)$	$= 52\ 43$	—
$(001):(110)$	$= 77\ 58$	$77^0 49'$

Vollkommen spaltbar nach (010), weniger vollkommen nach (100).

Ref.: C. Baerwald.

13. Derselbe: Krystallform des Ferulaaldehyds (aus: F. Tiemann, Ueber einige dem Coniferin nahestehende, künstlich dargestellte Glucoside. Ebenda, 3486). Der Ferulaaldehyd $C_6H_3(CH = \overset{1}{C}H - COH)(O\overset{3}{C}H_3)(O\overset{4}{H})$ krystallisirt wahrscheinlich monosymmetrisch.

$$a : b : c = 3,0140 : 1 : ?.$$

Beobachtete Formen: $(100)\infty P\!\!\!/\infty$, $(010)\infty P\!\!\!/\infty$, $(001)0P$, $(110)\infty P$.

leine, gelblich gefärbte, unvollkommen ausgebildete Krystalle.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(100):(001)$	$= 79^0 50'$	—
$(010):(110)$	$= 18\ 40$	—
$(001):(110)$	$= 86\ 20$	$86^0 33'$

Deutlich spaltbar nach (001), Schwingungsrichtung des Lichtes, durch b gesehen, angenähert parallel der Axe c.

Ref.: C. Baerwald.

14. M. Websky (in Berlin): **Krystallform des Isodulcit** (aus: W. Will, Ueber das Naringin. Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1885, **18**, 1318). Durch Erhitzen des Naringins mit Säuren erhielt Will einen in Wasser löslichen Körper von der Zusammensetzung $C_6H_{14}O_6$ (Schmelzpunkt 93^0), der sich identisch erwies mit Rhamnodulcit aus Xanthorhamnin und Isodulcit aus Quercitrin. Auch krystallographisch wurde die vollkommene Uebereinstimmung der genannten Verbindungen von Websky constatirt*).

Beobachtete Formen: $(001)0P$, $(110)\infty P$, $(100)\infty P\!\!\!/\infty$, $(\bar{1}01)P\!\!\!/\infty$, $(\bar{1}11)P$.

Neue Krystalle	$a : b : c = 1,2456 : 1 : 0,8411$	$\beta = 52^0 34'$
Isodulcit	$= 1,2323 : 1 : 0,8282$	$\beta = 52\ 43$
Rhamnodulcit	$= 1,2381 : 1 : 0,8341$	$\beta = 52\ 40$

*) Siehe auch diese Zeitschr. **5**, 398.

	Isodulcit:	Rhamnodulcit:	Neue Krystalle:
(001):(100) =	52° 43′	52° 40′	52° 35′
(110):(100) =	44 26	44 33	44 43
(110):(̄110) =	90 50	90 42	90 34
(110):(1̄10) =	89 10	89 18	89 26
(̄111):(̄1̄11) =	80 10	80 6	79 56
(̄111):(̄101) =	40 3	40 3	39 58
(001):(̄101) =	42 2	42 10	42 15
(̄101):(̄100) =	84 50	84 53	85 15

Eine Spaltbarkeit nach (001) und (̄101), welche Hirschwald am Isodulcit beobachtete, fehlte.

Ref.: C. Baerwald.

15. Cl. Winkler (in Freiberg): **Untersuchungen über den Uebergang der arsenigen Säure aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand** (Journ. f. pract. Chem. N. F. 1885, **31**, 247). Wird die amorphe arsenige Säure, das sogenannte weisse Arsenglas, längere Zeit an der Luft aufbewahrt, so geht sie bekanntlich in eine weisse undurchsichtige Emaille über, die sich unter dem Mikroskop als regulär krystallisirende arsenige Säure erweist.

Verf. zeigt, dass dieser Uebergang lediglich durch die Gegenwart von Wasserdampf bedingt wird. Weder bei der Aufbewahrung im luftleeren Raume, noch in trocknen Gasen erleidet die arsenige Säure irgend eine Veränderung. In Berührung mit feuchter Luft geht sie jedoch, je nach der Menge des vorhandenen Wasserdampfes, mehr oder minder schnell von aussen nach dem Innern zu in die emailartige Säure über. Diesen Vorgang denkt sich Verf. folgendermassen: Wasserdampf, welcher auf der amorphen Säure sich niederschlägt, löst einen Theil derselben; aus dieser Lösung krystallisirt nach einiger Zeit reguläre arsenige Säure, die schwieriger löslich ist als die amorphe. Hierdurch erleidet die Lösung eine Gehaltsverminderung, so dass sie nun wieder auf eine darunter liegende Schicht wirken kann. Schicht auf Schicht wird auf diese Weise umgewandelt.

Ref.: C. Baerwald.

16. E. von Fleischl (in Wien): **Die doppelte Brechung des Lichtes in Flüssigkeiten** (Wiedemann's Ann. der Phys. und Chem. 1885, **24**, 127). Dass der Quarz in der Richtung der Hauptaxe zwei Strahlen mit ungleicher Geschwindigkeit fortpflanzt, wurde bekanntlich von Fresnel experimentell nachgewiesen. Verf. beobachtet, dass auch circularpolarisirende Flüssigkeiten Doppelbrechung hervorrufen. Zum Nachweis derselben construirte er folgenden Apparat: Aus drei langen schmalen Glasstreifen wurde eine an beiden Enden und oben offene Rinne von nahezu quadratischem Querschnitt hergestellt. Dieselbe wurde an den beiden Enden durch planparallele Glasplatten verschlossen, und das Innere der Rinne wurde durch vertical auf den Boden gestellte planparallele Glasplatten von gleicher Höhe mit den Wänden der Rinne selbst und im Zickzack zwischen diesen hin- und herziehend in eine Reihe von Hohlräumen prismatischer Gestalt abgetheilt.

Waren die dadurch entstandenen 22 Hohlprismen mit Luft erfüllt, so konnte man trotz der 46 Brechungen mit dem Fernrohr längs der Axe durch den ganzen Apparat sehen und die feinsten mit Diamant auf Glas geritzten Linien unverzerrt wahrnehmen.

Die abwechselnden Hohlprismen wurden mit rechts und links drehender Flüssigkeit von gleichem Brechungsexponenten gefüllt. Da der Unterschied der Ablenkung der beiden etwa vorhandenen Strahlen im Verhältniss zu den Ablenkungen der beiden Strahlen selbst jedenfalls sehr gering sein muss, so werden die Strahlen fast unabgelenkt aus dem Apparate austreten, aber ihre Divergenz gegen einander ist proportional der Anzahl der Prismen.

Als Flüssigkeiten wurden benutzt: rechts und links drehende Zuckerlösung vom Brechungsexponenten 1,380; ferner Orangenöl (rechtsdrehend, $n = 1,4713$) und Terpentinöl (linksdrehend), welches durch Zusatz von Ricinusöl auf denselben Brechungsexponenten gebracht war.

In der That erschienen zwei Bilder; durch Vorhalten einer $\frac{\lambda}{4}$-Glimmerplatte wurden beide senkrecht zu einander linear polarisirt, und zwar der eine rechts, der andere links drehend.

[Anmerk. des Ref. Es unterliegt keinem Zweifel, dass auch die circularpolarisirenden Krystalle des regulären Systems bei der Wiederholung des von Fresnel am Quarz vorgenommenen Versuches dieselbe Doppelbrechung zeigen würden, wenn auch für sie der experimentelle Nachweis noch nicht geliefert ist.

Isotropie und einfache Brechung sind zwei einander nicht immer deckende Begriffe. Falls jedoch isotrope Körper Doppelbrechung erzeugen, sind die beiden Strahlen nicht linear, sondern circular polarisirt, wie es die Theorie schon längst festgestellt hat (vergl. diese Zeitschr. **11**, 91).]

Ref.: J. Beckenkamp.

17. Fr. Vogel (in Strassburg): **Aenderung der Lichtbrechung in Glas und Kalkspath mit der Temperatur** (Ebenda **25**, 87—95). Der Brechungsindex der meisten Substanzen nimmt mit der Temperatur ab, der des Glases und Kalkspathes aber zu. Verf. bestimmte den Brechungsindex beider Substanzen bei verschiedenen Temperaturen und benutzte hierbei zur Erwärmung das bekannte Luftbad des Goniometers*).

Er fand folgende Zunahme der Indices für 100°.

1) ein Prisma von weissem Glas:

Intervall:	H_α	D	H_β	H_γ
126°—12°	0,000221	0,000243	0,000340	0,000432
	296	305	402	495
	347	366	470	549

2) ein Prisma von grünem schweren Flintglas:

Intervall:	H_α	D	H_β	H_γ
124°—20°	0,000293	—	0,000543	0,000804
194 —20	364	—	716	0985
257 —20	503	—	783	1048

3) Kalkspath n_0:

Intervall:	H_α	D	H_β	H_γ
103°—18°	0,0000102(79)	0,0000093(89)	0,0000073(92)	0,0000073(100)
146 —18	092(89)	100(76)	94(87)	102(96)
194 —18	069(88)	103(78)	95(73)	089(105)

*) Ueber die Nachtheile dieser Methode vergl. die Abhandlung des Ref.: »Aenderungen an der Erwärmungsvorrichtung des Goniometers«, Tagebl. d. 58. Vers. deutsch. Naturf. u. Aerzte in Strassburg 1885, S. 199. D. Ref.

4) Kalkspath n_e:

Intervall:	H_α	D	H_β	H_γ
106°—13°	0,001020	0,001024	0,001069	0,001079
145 —13	1006	1015	1069	1075
193 —13	1010	1020	1080	1095

Bei Glas wächst also auch die Zunahme des Brechungsindex mit der Temperatur, beim Kalkspath ist die Zunahme fast constant.

Die Brechungsindices des ordentlichen und des ausserordentlichen Strahles nähern sich einander im ganzen Spectrum nahezu proportional der Temperaturerhöhung; es nimmt also dieser proportional die Doppelbrechung ab.

Ref.: J. Beckenkamp.

18. K. R. Koch (in Freiburg): **Beiträge zur Kenntniss der Elasticität des Eises** (Wiedemann's Ann. d. Phys. und Chem. 1885, **25**, 438). Drei Eigenschaften des Eises, die Verdunstung, die Plasticität und die elastische Nachwirkung, erschweren die Bestimmung seiner Elasticität.

Selbst bei tiefen Temperaturen ist bei hinreichender Trockenheit die Verdunstung des Eises beträchtlich, so dass die Dimensionsbestimmungen immer sofort nach der Beobachtung der Biegung vorgenommen werden müssen.

Ein Eisstab von 314 mm Länge, 7,8 mm Dicke und 16,0 mm Breite wurde bei einer Temperatur von — 15° C. durch eine permanente Belastung von ca. 200 g in 3 Stunden so gebogen, dass der Pfeil der Biegung 35 mm betrug.

Ein Eiscylinder von 1 cm Länge, dessen Radius 1 cm betrug, wurde einem Drucke von 15 kg in der Richtung der Cylinderaxe ausgesetzt.

Es wurde beobachtet:

Dauer der Beobachtung:	Mittlere Temperatur:	Abnahme der Höhe des Cylinders im Ganzen:	in der Stunde:
4,5^h	— 5,7°	0,041 mm	0,009 mm
6,2	— 2,5	0,103	0,017
3,4	— 0,9	0,428	0,126

Wie Pfaff schon vorher aus seinen »Versuchen über die Plasticität des Eises« (Sitzungsber. der phys.-med. Societät zu Erlangen 1875) geschlossen, nimmt die Plasticität des Eises mit Annäherung an den Nullpunkt bedeutend zu.

Versuche über die elastische Nachwirkung zeigten, dass nach Entfernung der Belastung anfänglich mit grosser Geschwindigkeit ein weiteres Zurückgehen des Pfeiles der Biegung erfolgt, das langsamer werdend den Stab in einen stationären Zustand überführt.

Zur Messung der Biegung wendet der Verf. einen Fühlhebel mit Spiegelablesung an.

Ein Theil der Versuche wurde in Labrador, ein anderer in Freiburg i. B. angestellt. Die ersteren gaben (wahrscheinlich in Folge falscher Dimensionsbestimmungen, weil die Verdunstung nicht berücksichtigt wurde) zu grosse Werthe.

Es wurden gefunden:

$$\text{in Labrador } E = 696 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2},$$

$$\text{in Freiburg } E = 641 \frac{\text{kg}}{\text{mm}^2}.$$

Ausser diesser (statischen) Methode der Elasticitätsbestimmung wurde auch die akustische (dynamische) Methode angéwandt, und nach der von Warburg 1869 (Poggendorff's Ann. d. Phys. **136**, 285) angegebenen Formel der Elasticitätscoëfficient berechnet; es wurde gefunden: $E = 884 \frac{kg}{mm^2}$.

Der letztere Werth verhält sich zu dem ersteren wie 1,37 : 1; Versuche mit einem Spiegelglasstab ergaben 1,26 (dynamisch) : 1 (statisch).

Nach Kohlrausch rührt der Unterschied der beiden Methoden von der elastischen Nachwirkung her.

Auffallend ist, dass Reusch 1880 (Wiedemann's Ann. **9**, 329) für Eis nur den Werth $E = 236,3 \frac{kg}{mm^2}$ gefunden hat.

Ref.: J. Beckenkamp.

19. G. La Valle (in Rom): **Krystallographische Untersuchung organischer Verbindungen** (Gazzetta chimica italiana 1885, **15**).

1. Methyläther der Pyrroylcarbonsäure.
$[(C_4H_3NH).CO.COOCH_3]$.

(A. a. O. S. 16. — S. auch Ber. d. d. chem. Ges. 1884, **17**, 2950.) Farblose oder blassgelbliche Krystalle, durch langsame Verdunstung einer Lösung in kochendem Benzol dargestellt von G. Ciamician und M. Dennstedt.

Schmelzpunkt 70⁰—72⁰, Siedepunkt 285⁰.
Krystallsystem monoklin.

$$a : b : c = 1,16058 : 1 : 1,47454$$
$$\beta = 87^0\, 44'\, 50''.$$

Beobachtete Formen: (001)$0P$, (100)$\infty P\!\!\!/\infty$, (101)$-P\!\!\!/\infty$*), (110)∞P, (12$\bar{1}$)$+2P\!\!\!/2$**).

Die Combinationen dieser Formen sind tafelig nach (001). Die Pyramide (12$\bar{1}$) war nur an einem Krystall messbar.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(101) =	*37⁰ 20′ 20″	—
(101):(001) =	*50 24 30	—
(101):(110) =	*58 43 15	—
(100):(110) =	49 12 54	49⁰ 13′ 43″
(110):(001) =	88 40	88 31 44
(12$\bar{1}$):(110) =	24 56	24 52 50
(12$\bar{1}$):(100) =	68 38	68 24 40
(12$\bar{1}$):(00$\bar{1}$) =	73 30	73 30 22
(12$\bar{1}$):($\bar{1}$10) =	64 37	64 44 46

Spaltbar vollkommen und sehr leicht nach (100).

Auf (001) wurde eine Hyperbel beobachtet, daher ist (010) Ebene der optischen Axen und die Dispersion geneigt. Zu weiteren optischen Beobachtungen genügte das Material nicht.

---

*) Nicht $+P\!\!\!/\infty$, wie im Original.
**) Der Verf. bezeichnet die Form irrthümlich als negative Orthopyramide $-2P\!\!\!/2$.

2. Methyläther der Pyrrolenphenylcarbinol-o-Carbonsäure.

$[C_{12}H_8NO_3.CH_3]$.

(A. a. O. S. 28. — S. auch Ber. d. d. chem. Ges. 1884, **17**, 2960.) Farblose sehr glänzende Krystalle aus Benzollösung dargestellt von Denselben.

Schmelzpunkt 104⁰—105⁰.

Krystallsystem monoklin.

$$a : b : c = 1,40305 : 1 : 1,01756$$
$$\beta = 72^0\ 45'\ 58''.$$

Beobachtete Combination: (100)∞P̶∞, (001)0P, (110)∞P, ($\bar{1}$01)P̶∞.

(100) stets vorherrschend, ($\bar{1}$01) sehr schmal und seine Combinationskanten mit den anderen Formen von convexen unbestimmbaren Flächen abgestumpft.

	Gemessen:	Berechnet:
(001):(100)	= *72⁰ 45′ 58″*)	—
(110):($\bar{1}$10)	= *73 27 48	—
(001):($\bar{1}$01)	= *41 25 15	—
(110):(001)	= 79 54	79⁰ 47′ 38″
($\bar{1}$10):($\bar{1}$10)	= 76 7	75 48 57

Spaltbarkeit vollkommen und sehr leicht nach (001).

Auf der Spaltfläche bemerkt man eine Hyperbel mit deutlichen Ringen, daraus folgt (010) als optische Axenebene mit geneigter Dispersion. Die Auslöschungsschiefe in der Symmetrieebene beträgt von der Axe —a gegen c beiläufig 16⁰.

3. Pyrrylmethylketon oder Pseudoacetylpyrrol.

$[C_4H_3NH.CO.CH_3]$.

(A. a. O. S. 316. — S. auch Ber. d. d. chem. Ges. 1885, **18**, 1457.) Krystalle dargestellt von G. Ciamician und P. Silber.

Krystallsystem monoklin.

$$a : b : c = 2,91833 : 1 : 3,01735$$
$$\beta = 79^0\ 41'.$$

Beobachtete Formen: (001)0P, (100)∞P̶∞, (111)—P, (11$\bar{1}$)+P, (210)∞P̶2.

Die Krystalle sind nach der b-Axe verlängert und niemals an beiden Enden gut ausgebildet. Vorwaltend sind entweder (001) und (100) oder die Basis allein, wodurch der Habitus tafelartig wird. Die Flächen von (111), (11$\bar{1}$) und (210) sind unvollzählig und ungleichmässig entwickelt.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(001)	= *79⁰ 41′	—
(100):(111)	= *68 48	—
(111):($\bar{1}$1$\bar{1}$)	= *55 30	—
(111):(001)	= 69 7	69⁰ 18′ 34″
(100):(210)	= 55 10	55 8 22
(210):(111)	= 21 7	21 6 48
(210):(11$\bar{1}$)	= 26 16	25 34 25
(210):(001)	= 84 14	84 7 29
(111):(11$\bar{1}$)	= 36 8	35 14 48
(111):($\bar{1}$11)	= 35 30 approx.	36 29 17

*) Der Verf. führt von den Fundamentalwinkeln abweichende Werthe an, jene hingegen als berechnete Winkel.

Spaltbarkeit vollkommen und sehr leicht nach (100).
Spitze Bisectrix normal zu (001). Positive geneigte Dispersion.

4. α-Mononitropyrrilmethylketon.
$[C_4H_2(NO_2)(C_2H_3O)NH]$.

(A. a. O. S. 319.) Farblose Krystalle aus einer in der Kälte gesättigten Lösung in Alkohol dargestellt von Denselben.

Schmelzpunkt 197°.
Krystallsystem triklin.

$$a : b : c = 0,729865 : 1 : 0,598890.$$

$$\alpha = 119^0 23' 30''$$
$$\beta = 131\ 12\ 38$$
$$\gamma = 85\ 44\ 26$$ *).

Beobachtete Formen: (010)$\infty\breve{P}\infty$, (100)$\infty\bar{P}\infty$, (001)$0P$, $(1\bar{1}0)\infty'P$, $(110)\infty P'$, $(\bar{1}01),\bar{P},\infty$, $(0\bar{1}1)'\breve{P},\infty$, $(\bar{1}\bar{1}2)\frac{1}{2}P,$, $(\bar{1}\bar{3}2)\frac{3}{2}\breve{P},3$.

Krystalle prismatisch nach der verticalen Axe mit vorherrschenden (010), $(1\bar{1}0)$ und schmalem (100). Oft tafelig nach (010).

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(010) =	*67° 40′	—
(010):(001) =	*53 55	—
(100):(001) =	*44 15	—
$(001):(0\bar{1}1)$ =	*26 27	—
$(001):(\bar{1}01)$ =	*45 48	—
$(010):(\bar{1}10)$ =	74 33	74° 54′
$(1\bar{1}0):(0\bar{1}1)$ =	54 35	54 19
$(0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}2)$ =	24 17	24 15
$(\bar{1}\bar{1}2):(\bar{1}01)$ =	28 40	28 50 49″
$(010):(\bar{1}01)$ =	62 57	63 1 23
$(010):(\bar{1}\bar{1}2)$ =	70 30	70 29 27
$(\bar{1}\bar{1}2):(001)$ =	26 7	26 4 6
$(\bar{1}\bar{1}2):(\bar{1}\bar{3}2)$ =	38 54	38 58 22
(001):(110) =	37 20	37 26 39
$(110):(0\bar{1}1)$ =	56 0	55 48 4
$(0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{3}2)$ =	36 56	36 45 10
$(001):(1\bar{1}0)$ =	68 54	68 53 17
$(\bar{1}\bar{1}2):(100)$ =	66 24	66 23 43
$(\bar{1}\bar{3}2):(1\bar{1}0)$ =	68 9	68 8 43

Leicht spaltbar parallel (001).

5. Dinitropyrrol.
$[C_4H_2(NO_2)_2NH]$.

(A. a. O. S. 325.)

Die von Denselben dargestellten gelben Kryställchen waren hohl und besassen stets gerundete Pyramidenflächen, welche keine übereinstimmenden, sicheren Messungen zuliessen, sodass das Axenverhältniss nur unvollständig gegeben werden kann.

---

*) Nicht 28″.

Schmelzpunkt 152°.
Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0,44123 : 1 : ?.$$

Beobachtete Formen: $(110)\infty P$, $(001)0P$, $(100)\infty\bar{P}\infty$ und drei, aber wie erwähnt, nicht bestimmbare Pyramiden.

Vorherrschend ist immer das Prisma. Krystalle aus concentrirter Lösung gleichmässig, aus verdünnter einseitig entwickelt. $(110):(1\bar{1}0) = 47^0\,37'$ aus vier Messungen. Vollkommen und leicht spaltbar nach (001).

Optische Axenebene parallel (010), spitze Bisectrix normal zu (100).

6. Chlorplatinmethylpyrrolin.

$$[(C_4H_6NCH_3.HCl)_2PtCl_4].$$

(A. a. O. S. 490.) Orangerothe Krystalle dargestellt von G. Ciamician und P. Magnaghi.

Krystallsystem rhombisch.

$$a : b : c = 0,81157 : 1 : 0,96065^{*}).$$

Beobachtete Formen: $(111)P$, $(100)\infty\bar{P}\infty$, $(010)\infty\breve{P}\infty$, $(011)\breve{P}\infty$.

Habitus pyramidal, häufig nach einer (111)-Fläche tafelig. Von (011) erscheinen nur zwei parallele Flächen.

	Gemessen:	Berechnet:
$(010):(111)$ =	*59° 40′	—
$(111):(11\bar{1})$ =	*63 26	—
$(111):(\bar{1}11)$ =	86 26	86° 23′ 44″**)
$(010):(011)$ =	46 10	46 9

Spaltbarkeit nach (100). Bruch muschelig.

Optische Axenebene parallel (010). Spitze positive Bisectrix normal zu (001). $\varrho > v$.

Ref.: A. Cathrein.

20. D. Bizzarri und **G. Campani** (in Siena): **Gediegen Arsen von Valtellina** (Gazetta chim. ital. 1885, **15**, 349). Dieses für Italien neue und einzige Vorkommen befindet sich am Berg Corna dei Darden nahe dem Passo del Gatto (Katzenpass). Das Arsen erscheint in Adern von 4—20 cm als dichte Masse mit stahlgrauem glänzendem Bruch, der an der Luft rasch schwarz und matt wird.

Specifisches Gewicht 5,777 bei 27°. Härte wenig unter 4. Im Kölbchen über dem Arsenspiegel einen orangegelben Ring von Schwefelantimon gebend. Bei der quantitativen Analyse wurde das Arsen und Antimon nach der Methode von Fresenius als pyroarsensaure Magnesia und Antimonsulfür bestimmt. Zur vollständigen Ueberführung des Metalls in Arsensäure wurde die Probe andauernd und kräftig mit Königswasser behandelt und das dabei verflüchtigte Arsenchlorür in einem Kühlgefäss aufgefangen.

---

*) Die Makroaxe a des Verf.'s ist hier als Einheit an Stelle seiner Brachyaxe b gesetzt.

**) Nicht 36″.

Arsen	89,57
Antimon	8,27
Schwefel	1,00
Spuren von *Ca*, *Mg*, *Fe*, *Pb*, Phosphor- u. Kieselsäure u. Verlust	1,16
	100,00

In anderen Proben sinkt der Arsengehalt auf 81,32% herab und steigt das Antimon auf 10,76%. Die Zusammensetzung des gediegen Arsens von Valtellina nähert sich am meisten der des antimonhaltigen Arsens von Marienberg (Sachsen) mit 7,97% *Sb*.

Ref.: A. Cathrein.

21. G. La Valle (in Rom): **Krystallformen des Carbonylpyrrols und Carbamidpyrrols** (Rendiconti della R. Accademia dei Lincei 1885, **1**, 91; s. auch Ber. d. d. chem. Ges. 1885, **18**, 417). Dargestellt von G. Ciamician und P. Magnaghi.

1. Carbonylpyrrol.

Aus einer Lösung in Petroleumäther krystallisirt.

Schmelzpunkt 62°—63°.
Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 1,168836 : 1 : 0,718899$$
$$\beta = 87^0 10'.$$

Beobachtete Formen: $(110)\infty P$, $(100)\infty \bar{P}\infty$, $(001)0P$, $(111)-P$, $(\bar{1}11)+P$, $(\bar{2}01)2\bar{P}\infty$. Habitus veränderlich, aus concentrirter Lösung säulig nach (110), aus verdünnter tafelig nach (001); ($\bar{2}01$) ist häufig gross, die übrigen Flächen kleiner.

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(001) =	*87° 10′	—
(110):(010) =	*40 35	—
(111):(110) =	*45 38	—
(111):(001) =	42 34	42° 31′ 18″
(111):(100) =	61 38	61 37 20
(111):(010) =	59 5½	59 5 52
(111):(011) =	26 2	26 4 36
(011):($\bar{1}$11) =	27 7	26 59 43
($\bar{1}$11):(001) =	44 22	44 15 44
($\bar{2}$01):($\bar{1}$00) =	40 7	40 13 44
($\bar{2}$01):($\bar{1}$10) =	60 13	60 13 10
($\bar{2}$01):(011) =	60 30	60 26 27
(011):(001) =	35 45	35 40 45

Die Krystalle sind fast immer hohl, daher zu optischer Untersuchung nicht tauglich.

2. Carbamidpyrrol.

Schmelzpunkt 165°—166°.
Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 1{,}25152 : 1 : 0{,}792196$$
$$\beta = 89^0\,33'.$$

Beobachtete Formen: (100)$\infty P\infty$, (001)$0P$, (110)∞P, (121)—$2P2$, ($\bar{1}$21) $2P2$. Kurzprismatisch nach der c-Axe mit vorwaltenden (100), (110), (001).

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(001) =	*89° 33′	—
(121):(100) =	*71 7	—
(121):(001) =	*59 30	—
(110):(100) =	50 52	51° 22′ 20″
(110):(121) =	34 22	34 11 50
(110):(001) =	89 50	89 43 9
(121):($\bar{1}$21) =	38 3	37 20 10
(121):(12$\bar{1}$) =	59 28	60 45*)

Vollkommene Spaltbarkeit nach (100). An der Interferenzfigur auf (100) erkennt man stark geneigte Dispersion. Zwischen beiden Substanzen zeigen sich Analogien sowohl in den Axenverhältnissen, als in folgenden Winkeln:

	Carbonylpyrrol:	Carbamidpyrrol:
(100):(001) =	87° 10′	89° 33′
(110):(100) =	49 25	50 52
(110):(001) =	88 12	89 50

Weniger entsprechen sich die Symbole der Krystallformen in beiden Verbindungen und die physikalischen Eigenschaften, indem das Carbonylpyrrol gar keine Spaltbarkeit zeigt.

Ref.: A. Cathrein.

22. G. La Valle (in Rom): **Krystallformen des Pyridin-Platinchlorid** $(C_5H_5NHCl)_2PtCl_4$ (Rendiconti della R. Accademia dei Lincei 1885, **1**, 124).

Krystalle dargestellt von G. Ciamician und P. Silber durch langsame Verdampfung der salzsauren Lösung.

Beobachtete Formen: (100), ($\bar{2}$01), (110), ($\bar{1}$11).

	Gemessen:	Berechnet von Brezina**):
(100):($\bar{2}$01) =	40° 53½′	40° 49′
($\bar{1}$00):($\bar{1}$11) =	72 40½	72 20
(100):(110) =	53 43	53 55
($\bar{1}$11):($\bar{2}$01) =	48 24	48 8
($\bar{1}$11):(110) =	69 24	69 17

Ref.: A. Cathrein.

23. Derselbe: Krystallform des Dipyrrylketons (Ebenda **1**, 557; s. auch Ber. d. d. chem. Ges. 1885, **18**, 1830). Schmelzpunkt 160°.

Krystalle aus ätherischer Lösung dargestellt von G. Ciamician und P. Magnaghi.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}39509 : 1 : 1{,}14632\text{***)}.$$

*) Im Original steht aus Versehen 59° 45′.

) Monatshefte für Chemie **3, 778.

***) Im Original ist die Axe $a > b$ angenommen, vom Ref. a und b vertauscht.

Beobachtete Combination: $(110)\infty P$, $(011)\breve{P}\infty$, $(012)\frac{1}{2}\breve{P}\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
$(011):(01\bar{1})$ =	$*82^0 12'$	—
$(110):(1\bar{1}0)$ =	$*43\ \ 7$	—
$(110):(011)$ =	$73\ 51$	$73^0 55' 30''$
$(110):(012)$ =	$79\ 25$	$79\ 28\ 18$
$(012):(011)$ =	$19\ \ 3$	$19\ \ 4\ 49$*)

Krystalle prismatisch nach der a-Axe, wobei oft zwei parallele Flächen von (012) besonders vorwalten.

Spitze Bisectrix normal zu (001), optische Axenebene parallel (010). Eine vollständigere optische Untersuchung war bei dem Umstande, dass auch bei dünnen Lamellen keine deutliche Interferenzfigur erschien, nicht möglich. Der Verf. findet nach seiner Aufstellung eine krystallographische Analogie zwischen Dipyrrylketon und dem monoklinen Pyrrylmethylketon, welche jedoch sowohl bezüglich der Axenverhältnisse, als auch bezüglich der verglichenen Formen und Winkel sehr entfernt erscheint.

Ref.: A. Cathrein.

24. G. Strüver (in Rom): **Ueber vulcanische Auswürflinge vom Braccianoer See** (Memorie della R. Accademia dei Lincei 1885, **1** und Rendiconti 1885, **1**, 173). In den letzten Jahren wurden in der Gegend zwischen l'Anguillara und dem See von Martignano an der Oberfläche und im Innern von Lapilli- und lockeren Tuffschichten inmitten einer enormen Anhäufung eckiger, oft colossaler Bruchstücke von dichten und krystallinen Kalken (Marigno, Paesina), leucitischen und tephritischen Laven, Leucitphonolithen und Trachyten zahlreiche Auswürflinge entdeckt, ebenso am Monte S. Angelo nächst Baccano und in dem Gebirge »Femmina morta« bei Cesano in einem dem Peperin der Albaner Berge ganz analogen grauen Tuff.

In diesen Auswürflingen fanden sich folgende Mineralien:

1) Pleonast, gewöhnlich in $(111)O$, dazu häufig $(311)3O3$, seltener $(310)\infty O3$ und $(100)\infty O\infty$. Axenlänge 0,5—3 mm. Schwärzlich oder dunkel flaschengrün, mitunter irisirend. Findet sich in kleinen Geoden grüner Aggregate von Pyroxen, von Pyroxen und grünem Glimmer und von Pyroxen mit röthlichem und gelbem Granat in Gesellschaft von grünen Augitkryställchen, grünem Glimmer und Calcit, ferner in den zahlreichen Geoden der zonar struirten Feldspathmassen mit hellgelbbraunen und braunen Granatkryställchen, lichtgrünen Diopsidnadeln und Calcit mit zerfressener und scheinbar angeschmolzener Oberfläche.

2) Magnetit, bald in unregelmässigen Körnchen, bald in Krystallen der Combination $(111)O.(110)\infty O$, die Flächen von O sind nach dessen Kanten gestreift. Findet sich in Feldspathmassen und in lockeren Aggregaten von glasigem Leucit, schwarzem Augit und schwärzlichbraunem Glimmer.

3) Limonit als Zersetzungsproduct von Magnetit überzieht in feinen Häutchen die Wände der Mandelräume und Klüfte oder durchdringt wesentlich feldspäthige, magnetitreiche Auswürflinge.

4) Wollastonit, meist stark verändert, bildet oft grosse blätterige Massen oder erscheint lamellar eingewachsen in gelbem Granat, auch in zersetzten, aber gut erhaltenen, nach $(100)\infty \bar{P}\infty$ tafeligen Krystallen mit blauem Hauyn in Gra-

*) Nicht $19^0 9' 21''$, wie der Verf. setzt.

nit, ferner mit grauem Hauyn und Fassaït oder mit letzterem allein in Geoden von Granat-Pyroxen-Aggregaten, endlich in lamellären matten Krystallen auf gelbem Granat.

5) Pyroxen zeigt sich nicht nur in zahllosen Leucitit- und Tephritstücken, sondern auch in den Mineralaggregaten, als Augit in lockeren Massen von Leucit, Augit, schwärzlichem Glimmer und Magnetit, viel häufiger als Fassaït mit Zwillingen nach (100)$\infty P\infty$, ganz vereinzelt als Diopsid. Während letzterer den Pleonast begleitet, betheiligt sich der Fassaït an der Zusammensetzung der Aggregate von reinem hell grünlichgelben Pyroxen, licht gelblichgrünem Pyroxen mit blauem Hauyn, von dunkelgrünem feinkörnigen Pyroxen mit grünlichem Glimmer und Calcit, von unvollkommenen Kryställchen dunkelgrünen oder graugrünen Pyroxens mit grösseren oder kleineren wachsgelben oder rothen Granaten, von grünem Pyroxen mit schmutzigweissem Anorthit oder mit Granat und Wollastonit.

6) Hornblende, sehr selten in schwarzen glänzenden Kryställchen der Combination (110)∞P.(010)$\infty P\infty$.(100)$\infty P\infty$.(001)$0P$.(021)$2P\infty$.($\bar{1}$11)P in den Geoden von Feldspathaggregaten.

7) Granat, gewöhnlich (110)∞O allein, dazu ebenso häufig (211)$2O2$ oder ein (hkl) aus der Zone [110, 101], welches sich in den Fällen, wo es messbar war, als (431) erwies, auch Combinationen aller drei genannten Formen, mitunter herrscht (211) vor, einmal fand sich an einem Melanitkryställchen (110). (211) der Würfel mit glänzenden Flächen. Bemerkenswerth sind wachsgelbe Granaten mit ungleichmässiger Flächenentwicklung, wobei durch vorwiegende Ausbildung bloss zweier gegenüberliegender Oktanten ein rhombischer Habitus entsteht. Die Farbe variirt von schwarz zu schwärzlichbraun, röthlichbraun, gelbbraun, honiggelb, wachsgelb bis gelblichweiss oft in einem kleinen Handstück. Chemisch verschieden dürften die rothen Granaten sein. Vorkommen: in Sanidin-Aggregaten mit oder ohne dunkelbraunem Glimmer und wenig Magnetit sowohl eingewachsen als in Geoden, Melanite mit schönen Sanidinkrystallen, schwärzlichem Glimmer, Magnetiten und Apatitnadeln; in wesentlich aus Sanidin und wenig Melanit zusammengesetzten Aggregaten mit zahlreichen Geoden, die von einer grünen Pyroxenschicht umgeben und mit schwarzen, braunen und gelben Granatkryställchen (110).(211), Pleonast und nach (001) gestreckten grünen Pyroxenen, Calcit etc. ausgekleidet sind; in porösen grünen Pyroxenmassen mit eingemengten rothen oder wachsgelben Granaten; letztere bilden auch selbständige Aggregate; endlich liegen in Massen zersetzten Wollastonits gelbbraune Granatkrystalle (110).(211).

8) Idokras, nicht so häufig als Granat. Beobachtete Krystallformen: (110), (100), (001), (111), (101), (331), (211), (311), (511), (210), häufigste Combination (001).(110).(100).(111).(210) mit herrschender Basis, eine reichere Combination ist (110).(100).(111).(101).(331).(311). Farbe gelblichbraun, dunkelbraun, oliven-, öl- und grasgrün. Die braunen Idokrase finden sich auf Massen wachsgelben Granats, die grünen ebenfalls auf dichten Granat-Aggregaten in Gesellschaft von dunkelgrünem Pyroxen, zersetztem Wollastonit und Hauyn. Ausserdem fanden sich am Berge S. Angelo grünlichbraune Idokrase in zonar struirten Aggregaten von grünem Pyroxen, hellblauem Hauyn, späthigem weissen Calcit und wenig gelbem Granat.

9) Humboldtilith, theils dicht in einem krystallinen Gemenge von Wollastonit, Feldspath, Melanit und Humboldtilith, theils in gelblichen Krystallen der Combination (001).(110).(101).(hkl) mit Fassaït und Dodekaëdern von grauem Hauyn (?) auf Aggregaten derselben Mineralien und von gelblichem Granat.

10) Meroxen, selten in schönen Krystallen, häufiger in Blättchen von schwärzlichbrauner oder grünlicher Farbe. Erstere Varietät findet man in Geoden und eingewachsen in Feldspath- und in Leucit-Augit-Aggregaten, den grünen Glimmer dagegen in den grünen Pyroxenmassen sowohl in Blättchen eingewachsen, als in Krystallen in den Geoden begleitet von Calcit, Spinell, Granat und Pyroxen.

11) Sarkolith ist das interessanteste dieser Mineralien, da er bisher nur als Seltenheit in den Somma-Bomben beobachtet wurde. Grösse 10 × 10 × 5 mm. Combinationen: (001).(100).(111) und (001).(100).(111).(101).(113).(110).(311). Bruch muschelig, Glasglanz, hell fleischfarbig oder farblos, durchscheinend bis durchsichtig, Strich weiss. Optisch einaxig, Doppelbrechung positiv und kräftig. Härte 6. Schmilzt leicht zu schaumigem Glase und gelatinirt mit Salzsäure. Daraus folgt trotz fehlender Analyse die Identität mit dem Sarkolith von der Somma. Fand sich zwischen l'Anguillara und dem See von Martignano in einem grossen Stück, welches aus Sarkolith, Fassaït, Granat, Wollastonit etc. besteht.

12) Nephelin. Kryställchen mit kaum 1 mm Durchmesser von dem Habitus der Varietät Davyn in kleinen Geoden eines wesentlich feldspäthigen Aggregates.

13) Hauyn ist ziemlich häufig. O oder $O.\infty O$. Axenlänge 2—10 mm. Einfache und polysynthetische Zwillinge nach O mit gemeinsamer Zwillingsaxe oder verschiedenen, in derselben Ebene oder auch in verschiedenen Ebenen liegenden Zwillingsaxen, wie sie der Verf. bereits beim Spinell beschrieben hat. Farbe von grau übergehend in grünlich, hell- und dunkelblau, oft auch gebleicht und opak. Die kleineren Kryställchen sind manchmal mit Erhaltung der Form ganz zersetzt, während die grösseren noch einen frischen Kern umschliessen. Der Hauyn wurde gefunden: in wesentlich feldspäthigen Aggregaten; im Gemenge mit dichtem grünen Pyroxen und gelbem Granat; in Krystallen und Adern in porösen Aggregaten von grünlichgelbem Fassaït ähnlichen Pyroxenkryställchen; in Krystallen allein oder in Gesellschaft von zersetzten Wollastonit- und grünen Idokraskrystallen, gelblichem Granat und Fassaït in den Geoden von Aggregaten gelben Granates und Fassaïtes; endlich in Krystallen in den Geoden und in Adern eigenthümlicher breccienförmiger Aggregate von dichtem wachsgelben Granat oder in demselben Granat, welcher ein grünlichgraues, bald festes, bald brüchiges Gestein durchtrümert. Schmutzigweisse zersetzte Rhombendodekaëder in Aggregaten von Sanidin, etwas Melanit und Magnetit erinnern an den Nosean vom Laacher See. In wesentlich Pyroxen und Wollastonit führenden Massen fand der Verf. grosse graue, oberflächlich veränderte Dodekaëder, die er ebenfalls für Nosean hält.

14) Leucit ist nur aus lockeren Aggregaten von Leucit, Augit, schwärzlichbraunem Glimmer und Magnetit bekannt, welche den im Albaner Gebirge so häufigen gleichen.

15) Anorthit. Zersetzt sich in Salzsäure vollständig mit Hinterlassung pulveriger Kieselsäure. Weisse Krystalle von 1 mm Durchmesser, von einer dünnen, schmutzigweissen, trüben Haut überzogen, welche genaue Messungen vereitelt. Findet sich in den Geoden von Aggregaten grünen Pyroxens und Anorthites mit wenig Calcit.

16) Sanidin. Beobachtete Krystallformen: (010), (110), (130), (001), $(10\bar{1})$, $(20\bar{1})$, (100), $(11\bar{1})$, $(22\bar{1})$, (021). Die einfachen Krystalle sind tafelig nach (010) oder prismatisch nach (010) und (001). Zwillinge nach dem Bavenoer Gesetz. Niemals accessorischer, sondern wesentlicher oder einziger Bestand-

theil der Auswürflinge. Es fanden sich: Aggregate von grobem Korn mit vorwiegendem Sanidin, wenig Melanit und Magnetit, deren Geoden grosse schöne Melanite und einfache sowie verzwillingte Sanidinkrystalle, seltener Magnetitkryställchen enthalten; feinkörnigere Aggregate von vorherrschendem Sanidin, Melanit, schwärzlichbraunem Glimmer, in deren Geoden man Krystalle von Sanidin, Glimmer, Melanit und Apatitnädelchen sieht; feinkörnige Massen von Sanidin, schwärzlichem und grünlichem Glimmer, manchmal mit Nephelinkryställchen in Geoden; schliesslich zonar struirte Aggregate, welche schon beim Spinell und Diopsid beschrieben wurden.

17) Titanit vom Habitus des vulkanischen Spheus in einigen Feldspathmassen.

18) Apatit in farblosen oder weisslichen Nadeln der Combination des primären Prisma mit der Grundpyramide in Geoden der obengenannten Sanidinaggregate.

19) Calcit in unvollkommenen wie angeschmolzenen Krystallen findet sich sowohl eingewachsen, als in Geoden in zahlreichen, zumal Fassait führenden Gemengen.

Manche der in Structur und Mineralaggregation sehr variabeln Auswürflinge, zumal die nur aus gelbem Granat oder aus einem Gemenge von diesem und braunem Idokras bestehenden gleichen überaus den Findlingen von Pitigliano; die grünen, Pyroxen mit Pleonast oder mit Anorthit führenden erinnern zugleich an die Aggregate der Somma und der Albaner Berge, während sich durch die Häufigkeit zonar struirter Feldspath- und Sarkolithbomben das Vorkommen am meisten dem vesuvischen nähert. Die Melanit-Feldspath-Auswürflinge aber entsprechen denen vom Laacher See und Monte Somma, endlich begründet auch der Reichthum an Hauyn eine grosse Analogie mit den Vorkommnissen des Albaner Gebirges.

Die Vertheilung der Mineralien dieser mannigfaltigen, am selben Orte gefundenen Auswürflinge, ihre Zusammensetzung und Vergesellschaftung mit Fragmenten vulkanischer und sedimentärer Gesteine (Jura, Kreide, Tertiär) berechtigt aber zu dem Schlusse, dass dieselben einer ursprünglichen Contactzone zwischen Trachyten und Kalken (Mergeln) entstammen, gegen die Annahme einer Bildung an der jetzigen Fundstelle oder einer Abkunft von viel älteren Contact-Lagerstätten.

Ref.: A. Cathrein.

25. L. Busatti (in Pisa): **Ueber einige Mineralien von Toscana** (Atti della Società Toscana di Scienze Naturali, Pisa, 7, 1).

1) Baryt von Caprillone bei Montecatini im Cecina-Thal. In Geoden zwischen Kalkspathadern im Puddingstein und miocänen Mergelkalk fanden sich schöne grosse Barytkrystalle zwischen kleinen Kalkspathrhomboëdern aufgewachsen. Der Krystallrand ist opak porzellanweiss, welche Farbe nach der Mitte zu einem röthlichgelben und lichtgelben Ton weicht. Beobachtete Krystallformen nach der Orientirung von Miller (110), (012), (101), (001).

Mit dem Anlegegoniometer gemessen:

$$(110):(\bar{1}10) = 101^0$$
$$(110):(012) = 119$$
$$(012):(01\bar{2}) = 78$$
$$(012):(001) = 141$$
$$(012):(101) = 120$$

$(101):(10\bar{1}) = 105^0$
$(101):(001)' = 127$

Die Krystalle sind gestreckt nach der b-Axe durch Vorwalten von (101): (110) ist schmal. Der ganze Habitus nähert sich dem der Cölestinkrystalle. Spaltbarkeit sehr vollkommen nach (001). Spec. Gew. 4,38. Die quantitative Analyse ergab:

Ba	57,82
Ca	0,24
SO_4	41,09
	99,15

Der Glühverlust ist zu vernachlässigen.

2) Hämatitzwilling von Rio auf Elba. Derselbe befindet sich in einer schönen Krystallgruppe im Museum zu Pisa und zeigt folgende Flächen: R, $\frac{1}{4}R$, $-\frac{1}{8}R$, $\frac{2}{5}R3$, $\frac{4}{3}P2$. Letztere, sowie die positiven Rhomboëderflächen sind sehr schön und sehr entwickelt. Die Flächen von $\frac{1}{4}R$ sind tief gestreift nach der Combinationskante mit R, die von $-\frac{1}{8}R$ uneben. Bei der Zwillingsbildung findet Juxtaposition statt, Zwillingsaxe die Normale zu ∞R. Im Gegensatz zu den bekannten Zwillingen dieser Art, bei welchen die Basisflächen beider Individuen in eine Ebene fallen, bilden hier die an ihre Stelle getretenen Rhomboëder $\frac{1}{4}R$ und $-\frac{1}{8}R$ einen einspringenden Winkel.

3) Chlorit vom Bottino bei Serravezza in den Apuaner Alpen. Hierüber wurde bereits früher berichtet von Busatti und Funaro (vergl. Referat in dieser Zeitschr. **11**, 162).

4) Quarz vom Erzlager Cala dell' Allume auf der Insel Giglio. Im Allgemeinen Krystalle der einfachen Combination $\infty R.R.-R$, bald klar, bald trübe, ähnlich denen von Elba. An einem Kryställchen werden die Pyramidenflächen durch eine einzige, nahezu horizontale Fläche ersetzt, deren Neigung zum Prisma im Mittel zu $85^0 21'$ gemessen wurde. Diese ungewöhnliche Fläche zeigt in der Mitte eine dreieckige Vertiefung. Ein anderes Individuum lässt eine mehrfache Wiederholung derselben Fläche erkennen. Bei einem dritten erhebt sich aus der Mitte dieser Fläche die Combination beider Rhomboëder. Die Entwicklung dieser schwach geneigten Flächen ist bei diesem Vorkommen nicht wie bei anderen auf Raummangel zurückzuführen, da sich die Kryställchen ganz frei zwischen kleinen Calcitrhomboëdern erheben in einer Geode von Pyrit, ebensowenig ist eine secundäre Entstehung der bezüglichen Flächen anzunehmen, dieselben sind vielmehr durch ursprüngliche Störungen beim Krystallisationsprocesse bedingt.

5) Gyps ebendaher. Krystalle verschiedener Grösse, einige erreichen eine Länge von 6 cm und zeigen die Combination: (111).(110).(010). Zwei schmale und glänzende Abstumpfungsflächen der Kante [110, 010] ergaben mit dem Reflexionsgoniometer gegen (110) Winkel von 16^0 und 26^0. Diese Werthe nähern sich sehr den von Des Cloizeaux für $g^{\frac{18}{5}}$(13.23.0) und $g^{\frac{7}{3}}$(250) zu m berechneten, nämlich $15^0 57' 3''$ und $25^0 15' 50''$.

6) Pyrolusit aus dem Manganerzlager des Campese auf der Insel Giglio. Findet sich im cavernösen Kalkstein des Infralias als Anhäufung oder Imprägnation, wie am Monte Argentario. Die braunen, metallisch glänzenden Krystalle sind nadelförmig und bilden faserige und strahlige Aggregate. Das Pulver ist schwarz und vollständig löslich in concentrirter Salzsäure, in der Lösung findet man jedoch stets Kieselsäure; ausserdem ist dem Mineral reichlich Eisen- und Kalkcarbonat beigemengt.

7) Magnetit und Epidot vom Romito in den Livorneser Bergen fand der Verf. in Euphotid, ersteren reichlich im Feldspath, seltener ist der grünlichgelbe, oft radiale Epidot.

Ref.: A. Cathrein.

26. G. Spezia (in Turin): **Ueber die Biegsamkeit des Itacolumites** (Atti delle R. Accademia delle Scienze di Torino **21,** 1885, 13 Dic.). Der Itacolumit von Nordcarolina, bei dem das biegsame, glimmerartige Mineral sparsam in winzigen, nicht über 1 mm langen Lamellen enthalten ist, veranlasste den Verf., die Richtigkeit der allgemeinen Ansicht über die Ursache der Biegsamkeit des Itacolumites zu prüfen. Die Beobachtungen ergaben, dass die Biegsamkeit auch dann vorhanden ist, wenn das Gestein lediglich aus Quarzkörnern besteht. Unter dem Mikroskop sieht man bei allen Schnitten, wie die Umrisse jedes einzelnen Korns genau allen Aus- und Einbuchtungen der benachbarten Körner folgen, wodurch ein Flechtwerk von Gelenken entsteht, welches Beweglichkeit innerhalb gewisser Grenzen gestattet. Dasselbe beobachtet man am grobkörnigeren Itacolumit von Mariaña (Brasilien). Der untersuchte Itacolumit ist ausserdem sehr porös, was sich aus der raschen Absorption von Flüssigkeiten ergab. Ein Prisma von 186,444 g nahm 5,825 g destillirtes Wasser auf und hatte ein Volumen von 73,5 ccm, wovon natürlich 5,825 ccm auf das absorbirte Wasser fallen, also den intergranulären Räumen zukommen. Bemerkenswerth ist ferner die Zähigkeit dieses Itacolumites. Der Bruch eines Prisma von 6,29 qcm Querschnitt durch Zug in der Richtung der Spaltungsebene und Längsaxe der biegsamen glimmerartigen Lamellen erfolgte bei einer Balastung von 29,66 kg. Diese Zähigkeit ist eine offenbare Folge der Verschlingung der Quarzkörner, während aus der Porosität ihre Beweglichkeit folgt. Mithin lässt sich ohne Voraussetzung eines biegsamen Minerals aus der Form und gegenseitigen Lage der Quarzkörner allein die Biegsamkeit des Itacolumites mechanisch erklären, womit dann auch die Beobachtung des Verf.'s, dass rectanguläre, nach verschiedenen Richtungen geschnittene Prismen eine gleichmässige Biegsamkeit zeigen, in Einklang steht.

Ref.: A. Cathrein.

27. E. Scacchi (in Neapel): **Ueber einige Vesuv-Mineralien** (Rendiconto della R. Accademia delle Scienze di Napoli **12,** Dic. 1885).

1) Hydrogiobertit nennt der Verf. ein neues wasserhaltiges Magnesiacarbonat, welches in Gestalt eng verbundener, hellgrauer dichter Kugeln von 2—15 mm Durchmesser auftritt. Mit der Lupe bemerkt man darin winzige Magnetitkrystalle. Dichte 2,149—2,174. Zur quantitativen Analyse wurde das Pulver von Sulfaten und Chlorüren gereinigt. Der Glühverlust (mit der Berzelius-Lampe bestimmt) war im Mittel 53,07%. 0,507 g der Probe enthielten 0,0025 g Magnetit und 0,022 g Fe_2O_3, welches als Limonit mit dem Magnetit in Abzug kam.

	Gefunden: I.	Gefunden: II.	Berechnet:
CO_2	25,16	25,29	24,72
MgO	44,91	44,28	44,94
H_2O	29,93	30,43	30,34
	100,00	100,00	100,00

Dem neuen Mineral entspricht somit die Formel:

$$Mg_2CO_4 + 3H_2O.$$

Der Hydrogiobertit wurde in der Nähe von Pollena in einem Augitophyrblock entdeckt, der äusserlich ganz den Vesuv-Laven gleicht; nach dem Innern zu wird die Structur krystallinisch, sodass sich ein Gemenge von Augit und Labrador (53,89 % SiO_2 und 29,35 % Al_2O_3) entwickelt. Auf den Augytophyr folgt ein dichtes, theils bräunlichgraues, theils gelblichbraunes und schwärzliches Silicatgemenge (Plagioklas, Augit, Magnetit), mit welchem der Hydrogiobertit fest verwachsen ist.

2) Umgewandelter Aragonit. In dem eben beschriebenen Muttergestein des Hydrogiobertites fanden sich 3—4 mm lange und 1—1½ mm breite sechsseitige Prismen, welche weiss, opak und glanzlos sind. Auf den Säulenflächen bemerkt man sehr stumpf einspringende Winkel. In Säuren ist das Mineral grösstentheils löslich, der unlösliche Antheil behält manchmal die ursprüngliche Krystallform bei, oft theilt er sich aber longitudinal in prismatische Stücke. Erwärmen auf 170° ergab einen Verlust von 6,81 %. In Salzsäure unlöslich waren 11,78 %, worin nach Aufschluss mit Natroncarbonat 58,97 % SiO_2, sowie Fe_2O_3, Al_2O_3, CaO nachgewiesen wurden, während der lösliche Theil wesentlich aus Kalk besteht. Die unlösliche Substanz findet sich auch im Innern der Krystalle.

3) Fluorit. An den Wänden einer Lava von Pollena (1872) sitzen viele weisse, durchschimmernde Kryställchen, welche unter der Lupe das Oktaëder erkennen lassen und mit Schwefelsäure erwärmt Flusssäure entwickeln, daher wohl Flussspath sind, welcher bisher in den Laven des Vesuvs und anderer Vulkane unbekannt geblieben. Damit vergesellschaftet sind nadelförmige Kryställchen, die unter dem Mikroskop hexagonale Prismen mit basischen oder pyramidalen Enden zeigen und mit als Apatit zu deuten sind.

4) Leucit umgewandelt in Orthoklas. Stufen der bekannten von A. Scacchi entdeckten Pseudomorphosen aus den Leucitophyrblöcken der Somma zeigten kleine, zu Messungen geeignete Orthoklaskrystalle der Combination *MPTzxryo*. Die Flächenentwicklung gleicht sehr der von Strüver an Krystallen von Latium gefundenen, nur sind die Individuen oft nach (010) tafelig.

		Gemessen:
$M : r$	$= (010):(\bar{4}03)$	29° 18′
$M : T$	$= (010):(110)$	59 11
$T : T$	$= (110):(1\bar{1}0)$	61 10
$P : x$	$= (001):(\bar{1}01)$	50 45
$P : y$	$= (001):(\bar{2}01)$	99 13
$y : r$	$= (\bar{2}01):(\bar{4}30)$	16 44
$M : o$	$= (010):(\bar{1}11)$	63 2
$P : o$	$= (001):(\bar{1}11)$	55 22
$o : y$	$= (\bar{1}11):(\bar{2}01)$	40 8
$o : r$	$= (\bar{1}11):(\bar{4}03)$	29 36

Die Nephelinkrystalle sind im Allgemeinen selten deutlich, gewöhnlich kleine hexagonale Prismen mit der Basis. Dazu kommt oft das Prisma zweiter Ordnung und mit winzigen und unvollzähligen Flächen die Pyramiden $(10\bar{1}1)$ und $(20\bar{2}1)$, für welche die Neigung zu (0001) 43° 46′ und 62° 23′ gemessen wurde.

Ref.: A. Cathrein.

28. A. Des Cloizeaux und **A. Damour** (in Paris): **Bemerkungen über die chemische Zusammensetzung des Herderit** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, 8, 3). Die Differenz, welche zwischen den analytischen Resultaten von Groth und Winkler betreffs des Fluorgehaltes im Herderit von Stoneham bestand (s. diese Zeitschr. **11,** 291 und 334) veranlasste Herrn Damour zur erneuten qualitativen Prüfung des Minerals, welche die Anwesenheit einer nicht unbeträchtlichen Menge Fluor ergab (inzwischen auch von Winkler gefunden, s. l. c. 334). Spec. Gew. d. Probe 2,98.

Ref.: P. Groth.

29. A. Des Cloizeaux und **F. Pisani** (in Paris): **Untersuchung zweier Oligoklase** (Ebenda, 6). Ein fleischrother, mit weissen Partien gemengter, ungestreifter Feldspath von Telemarken mit einem Spaltungswinkel $PM = 86^0\ 30'$ erwies sich als Oligoklas der ersten Klasse (s. diese Zeitschr. **11,** 642); $S = 94^0$ bis $94^0\ 20'$, $\alpha P = + 1^0$ bis $2\frac{1}{2}^0$, $\alpha M = + 10^0$ bis 12^0. $2H_a$ f. Roth $= 85^0\ 54'$ und $91^0\ 40'$ bis $92^0\ 50'$ in verschiedenen Platten ($\varrho < v$); $2H_o = 106^0\ 10'$ resp. $99^0\ 20'$ bis $54'$ (Dispersion nur in einem Ringsystem deutlich). Spec. Gew. 2,61. Die Analyse von Pisani ergab:

		Sauerstoffverhältnisse:
SiO_2	65,30	10,5
Al_2O_3	23,00	3,2
CaO	2,42	
Na_2O	9,65	1
K_2O	0,70	
Glühverlust	0,20	
	101,27	

Zur Vergleichung wurde noch der in dieser Zeitschr. **11,** 648 beschriebene Sonnenstein von Frederiksvärn analysirt; spec. Gew. 2,628.

		Sauerstoffverhältnisse:
SiO_2	62,25	9,3
Al_2O_3	24,80	3,2
Fe_2O_3	0,25	
CaO	4,90	
Na_2O	7,80	1
K_2O	0,80	
MgO	Spur	
Glühverlust	0,20	
	101,00	

Wie im Sonnenstein von Tvedestrand ist trotz der grossen Menge eingewachsener Hämatittäfelchen der Gehalt an Eisenoxyd ein sehr geringer.

Ref.: P. Groth.

30. K. von Chrustschoff (in Breslau): **Plagioklas von Californien** (Ebenda, 11). Der untersuchte Feldspath bildet grosse dunkle, nach M tafelförmige Krystalle in einem Hypersthenit von San-Diego. Schwingungsrichtungen auf P $+ 1$ bis $+ 2^0$, auf $M + 12^0$; spec. Gew. 2,659.

SiO_2	65,17
Al_2O_3	21,04
CaO	1,20
Fe_2O_3	0,74
MgO	0,04
K_2O	1,70
Na_2O	9,20
Glühverlust	0,80
	99,89

Ref.: P. Groth.

31. C. Friedel und **J. Curie** (in Paris): **Ueber die Pyroëlectricität des Topas** (Compt. rend. 1885, **100,** 213. — Bull. d. l. soc. min. d. Fr. **8,** 16). Die Beobachtungen wurden in der Weise ausgeführt, dass der Krystall auf einer Metallunterlage, welche mit der Erde verbunden war, auflag und der zu untersuchenden Fläche eine erwärmte metallene Halbkugel bis zum Contact genähert wurde; letztere war über dem Krystall aufgehängt und mit dem Thomson'schen Electrometer in Verbindung. Dieselben Resultate ergaben sich auch, wenn die Unterlage des Krystalls mit dem Electrometer in Verbindung gesetzt und die Oberseite des Krystalls, mit Zinnfolie belegt, durch die nach der Erde abgeleitete erwärmte Halbkugel berührt wurde. Bei beiden Methoden wurden die Einwendungen beseitigt, welche sich gegen die bisherigen, einander so vielfach widersprechenden Versuche, besonders diejenigen von Hankel, vorbringen lassen.

Zahlreiche Versuche an Spaltungsstücken gelber Topaskrystalle von Brasilien zeigten, dass die Verticalaxe eine electrische Axe sei, nur wenige Stücke zeigten an beiden Enden gleiche Electricität; wurden letztere durch Spalten getheilt, so wurde an den Theilen polare Electricität gefunden, und zwar zeigten die beiden Basisflächen, welche vorher vereinigt gewesen waren, entgegengesetztes Zeichen. Es kam auch vor, dass bei der Theilung nur eine Hälfte polar wurde, die andere gleichnamige Spannung, aber von sehr verschiedener Stärke an beiden Enden, erhielt. Die Verfasser erklären diese Erscheinung durch Zwillingsbildung nach der Basis, wobei sich, wie beim Boracit, die gleichnamigen Pole der einzelnen Krystalle an einander legen.

Sehr viel schwächer ist die Pyroëlectricität an den farblosen Topasen von Brasilien, an denen ebenfalls gleichnamiges Verhalten zweier Basisflächen vorkommt, welche man aber manchmal schon durch Wegnahme einer dünnen Schicht an einer Seite in die entgegengesetzte umwandeln kann. Es scheint daher, dass die geringe Stärke der Electricität in solchen Fällen durch das Vorhandensein einer mehrfachen lamellaren Zwillingsbildung bewirkt wird.

An beiden Enden ausgebildete gelbe Krystalle wurden so untersucht, dass sie auf 100^0—120^0 erwärmt und an einem dünnen Platinfaden aufgehängt in Luft abkühlen gelassen wurden; theils ergaben sich beide Enden gleich, meist negativ, theils entgegengesetzt electrisch.

Was die Electricität auf den Seitenflächen der brasilianischen Krystalle betrifft, so ist dieselbe oft ringsum gleichartig. Untersucht man aber solche Krystalle im polarisirten Lichte, so erweisen sich dieselben als inhomogen, indem sie entweder aus vier in den Diagonalen zusammenstossenden Quadranten, welche paarweise eine etwas abweichende Auslöschung zeigen, zusammengesetzt sind, oder indem zu diesen vier Theilen noch ein Mittelfeld mit normaler Auslöschung

hinzutritt. Es gelang mehrere solcher Krystalle nach den Grenzen der Sectoren in vier, resp. fünf einzelne Prismen zu zerschneiden. Hierbei ergab sich, dass stets die verticale electrische Axe in den Einzelkrystallen übereinstimmend orientirt war, während dieselben ausserdem noch eine horizontale polare Axe zeigten, deren Richtung sich jedoch nicht genau bestimmen liess. Bei einer Zusammensetzung aus fünf Sectoren waren die Aussenflächen der vier anomal auslöschenden negativ, ebenso ihre brachydiagonalen Grenzebenen, die den Prismenflächen parallelen inneren und die makrodiagonalen Grenzflächen positiv, was für eine Polarität nach der Brachydiagonale sprechen würde; der innere Rhombus zeigte dagegen deutliche Polarität nach der Makrodiagonale. Bei einer Zusammensetzung aus vier Sectoren schienen die electrischen Axen eher senkrecht zum Prisma zu stehen, da alle Aussenflächen beim Abkühlen negativ, die inneren (Schnittflächen) positiv wurden. Auch durch Pressung nach der Makrodiagonale konnte die Polarität in horizontaler Richtung nachgewiesen werden, dieselbe war aber sehr viel schwächer, als die durch Pressung nach der Verticalaxe entwickelte polare Piëzoelectricität.

An den farblosen brasilianischen Topasen war in horizontaler Richtung keine Polarität nachzuweisen.

Wenn sich die Existenz einer zweiten polarelectrischen Axe und ihr Zusammenfallen mit einer der beiden horizontalen krystallographischen Axen bestätigen sollte, so würde der Topas keine Axe, sondern nur noch eine Ebene der Symmetrie haben, was deshalb von Interesse ist, weil die anomal auslöschenden Sectoren der zusammengesetzten Krystalle sich optisch verhalten, wie monosymmetrische Krystalle.

Ref.: P. Groth.

32. E. Bertrand (in Paris): **Mikroskop zur optischen Untersuchung der Mineralien** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, 8, 29, 377 u. 426). Der Verf. wandte an dem von ihm beschriebenen Mikroskope (s. diese Zeitschr. **3**, 644), um es möglich zu machen, mit demselben auch parallel der stumpfen Mittellinie der Axen die Interferenzbilder der meisten Mineralien zu beobachten und den Axenwinkel zu messen, Immersion des Krystalls an, indem er über und unter demselben einen Tropfen Oel (bei stark brechenden Mineralien Bromnaphtalin) einfügte und die Linsen des Instrumentes mit diesen in Berührung brachte. Es gelang, beide Axenbilder des Skolezit, dessen stumpfer Axenwinkel 145° beträgt, innerhalb des Gesichtsfeldes zu sehen durch Anwendung eines Beleuchtungssystems, welches aus drei fast einander berührenden Linsen besteht; die oberste ist halbkugelförmig ($r = 5$ mm) und aus Flintglas vom Brechungsexponenten 1,773; die zweite hat 12 mm Radius, 5 mm Dicke und 19 mm Durchmesser; sie ist vom selben Glase gefertigt; die dritte besteht aus gewöhnlichem Crownglas, hat 60 mm Brennweite und 19 mm Durchmesser. Als Objectiv dient für dickere Platten ($\frac{1}{2}$—$\frac{1}{4}$ mm) ein ähnliches System, bestehend aus drei Linsen von dem gleichen Flintglase, deren erste eine Halbkugel von $1\frac{1}{2}$ mm Radius ist, deren zweite 5 mm Radius und 3 mm Dicke und deren dritte 12 mm Radius und 2 mm Dicke besitzt; für sehr dünne Platten (0,1—0,01 mm) wird noch eine vierte Linse von 13 mm Durchmesser und 45 mm Brennweite hinzugefügt. Um das Gesichtsfeld nicht zu verkleinern, muss das Rohr unter dem Beleuchtungssystem, dessen Durchmesser 20 mm beträgt, durch den Polarisator ganz ausgefüllt werden; da ein Nicol bei der hierzu erforderlichen Dicke zu lang wäre, so nimmt man einen Polarisator von folgender Construction: an einem Kalkspath-Spaltungsstück von 21—22 mm

Seite und 56—57 mm Länge werden zwei durch die Polecken gehende Ebenen senkrecht zur Längsaxe angeschliffen, hierauf das Prisma senkrecht zum Hauptschnitt und unter 24° zur Längsrichtung durchschnitten, die Theile mit einer Lösung von Albumin und Gummi arabicum (Brechungsexponent 1,42) zusammengekittet und das Ganze in Cylinderform gebracht.

Um auch bei sehr stark divergirenden optischen Axen deren Winkel zu messen, construirte der Verf. ein eigenes Mikroskop mit sehr grossen Beleuchtungslinsen, welche das Gesichtsfeld noch mehr erweiterten, aber die Anwendung eines Kalkspathpolarisators unmöglich machten; es wurde daher ein Glassatz genommen und zwischen diesen und dem Beleuchtungsspiegel eine Linse von 8 cm Durchmesser und ebenso grosser Brennweite eingeschaltet. Am Ende des Mikroskoprohres befindet sich das oben beschriebene aus drei Linsen bestehende Objectivsystem, während die vierte Linse für sich parallel der Axe beweglich ist; ausserdem kann der obere Theil des Rohres mit dieser Linse, dem Ocular und dem Analysator nach rechts und links gedreht werden, um eine Axe, welche normal zu der des Instrumentes ist und durch den eingestellten Punkt des Präparates geht, und diese Drehung kann an einer Theilung mit Nonius abgelesen werden. Das zu untersuchende aufgekittete Präparat wird nun auf den drehbaren Objecttisch gebracht, darunter und darüber ein Tropfen der Immersionsflüssigkeit eingefügt und dann das ganze Mikroskop bis zur Berührung des Objectivs mit dem Präparate gesenkt; alsdann nähert man den oberen Theil des Rohres dem unteren, um das Object selbst zu sehen und einzustellen, und entfernt es dann wieder, um die Interferenzfigur zu sehen. Behufs der Messung ersetzt man das Objectiv durch eine halbkugelförmige Linse von 5 mm Radius und dem Brechungsexponenten 1,773, und dreht dann den Obertheil bis zur Einstellung je eines Axenbildes. Da hierzu die Hyperbelfigur nöthig und eine Drehung des polarisirenden Glassatzes um 45° unbequem ist, wird unter dem Beleuchtungssystem eine Quarzplatte von 2,077 mm Dicke angebracht, welche die Polarisationsebene des anzuwendenden Natriumlichtes um 45° dreht.

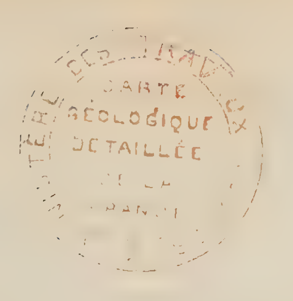
Ueberschreitet man die Einstellung je eines Axenbildes nach beiden Seiten, so erscheint jedesmal eine Grenze, jenseits welcher das Gesichtsfeld nicht mehr erleuchtet ist; man hat alsdann von der Mitte aus um den Grenzwinkel der totalen Reflexion zwischen der Linse und dem Mineral gedreht, es folgt also aus diesem Winkel ϑ der Brechungsexponent des Minerals $i = 1,773 \sin \vartheta$. Ist i sehr gross, so muss man das Object mit Dibromaceton auf ein starkbrechendes Gläschen aufkitten, und man kann daher auf diese Weise keine höheren Brechungsexponenten als 1,70 messen. Ist das Präparat mit Canadabalsam auf einem gewöhnlichen Träger aufgekittet, so muss man dasselbe von oben beleuchten. Bei der Untersuchung mikroskopischer Gesteinsgemengtheile verfährt man folgendermassen: Der Schliff wird von seinem Deckgläschen befreit, die Oberfläche desselben mit Chloroform gereinigt und hierauf polirt, alsdann ein Tropfen der Immersionsflüssigkeit darauf gegeben, das Präparat auf den Objecttisch gebracht und das Mikroskop gesenkt bis zur Berührung des Präparates durch die halbkugelförmige Linse; über dieser wird eine achromatische Linse von 40 oder 45 mm Brennweite oder ein Objectiv mit grosser Distanz eingeschaltet; man sieht alsdann das Präparat und kann das zu untersuchende Mineralpartikel in die Mitte des Fadenkreuzes bringen. Hat dasselbe eine gewisse Ausdehnung, so beleuchtet man es von oben durch ein passend aufgestelltes Licht, dreht das Mikroskop nach der anderen Seite und überzeugt sich, dass nur das betreffende Mineral beleuchtet ist; ist hierbei die Stellung der totalen Reflexion erreicht, so erhebt man den

Mikroskoptubus, bis die Grenze derselben im Gesichtsfelde sichtbar wird und stellt diese ein. Ist das Mineralpartikel so klein, dass zugleich andere mit beleuchtet werden, so muss man den Beginn der totalen Reflexion ohne Hebung des Mikroskops, also an dem sichtbaren Präparate, einstellen, muss dann aber über der achromatischen Linse ein Diaphragma einfügen, dessen Oeffnung einen 3 mm langen und $\frac{1}{2}$ mm breiten, der horizontalen Rotationsaxe des Mikroskops parallelen Spalt darstellt.

Ref.: P. Groth.

33. E. Bertrand (in Paris): **Ueber ein neues Refractometer** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, **8**, 375). Das Instrument, welches zu einer raschen angenäherten Bestimmung der Brechungsexponenten dienen soll, besteht aus einem Metallrohr, in welchem ein zweites mit einer Ocularlinse von 2 cm Durchmesser und 4 cm Brennweite verschiebbar ist. Das andere Ende des Rohres ist unter 30^0 zu seiner Axe schief abgeschnitten und durch eine Metallplatte geschlossen, welche in der Mitte eine halbkugelförmige Linse, $r = 5$ mm, von starkbrechendem Flintglase trägt, deren ebene Fläche mit der äusseren Ebene der Deckplatte zusammenfällt. In der Focalebene derselben befindet sich im Innern des Rohres ein Mikrometer, in $\frac{1}{10}$ mm getheilt, und eine durch ein mattes Glas geschlossene Oeffnung gegenüber dem Ocular lässt Licht in den Apparat einfallen. Bringt man einen Flüssigkeitstropfen auf die ebene Fläche der halbkugelförmigen Linse, so erblickt man die Grenze der totalen Reflexion im Gesichtsfeld an der dem Brechungsindex der Flüssigkeit entsprechenden Stelle, welche man am Mikrometer ablesen kann. Um den Brechungsexponenten fester Körper zu bestimmen, legt man eine ebene und polirte Fläche derselben an die Linse und bringt einen Tropfen einer stärker brechenden Flüssigkeit dazwischen (der Verf. empfiehlt für schwach brechende Körper Oel, für stark brechende das von L. Roux dargestellte Dibromnaphtylphenylaceton mit dem Brechungsexponenten 1,70). Am besten graduirt man den Apparat durch eine Anzahl Substanzen mit bekanntem Brechungsindex und erhält so eine Tabelle für die jedem Theilstriche des Mikrometers entsprechenden Zahlen. Die Genauigkeit beträgt mindestens 2 Decimalen, so dass man ohne Schwierigkeit Sylvin von Steinsalz, Baryt von Cölestin etc. unterscheiden kann. Stark doppeltbrechende Körper liefern zwei Grenzen, deren eine beim Drehen des Präparates fest bleibt; Gemenge zweier Mineralien geben zwei Grenzen, z. B. ein Pegmatitschliff die des Quarzes und des Feldspathes.

Ref.: P. Groth.



XVIII. Methode zur Bestimmung der Brechungsexponenten in Prismen mit grossen brechenden Winkeln.*)

Von

Wilhelm Ramsay von Helsingfors.

(Mit 3 Holzschnitten.)

Die genaueste Methode zur Bestimmung der Brechungsexponenten ist bekanntlich diejenige durch Messung der Minimalablenkung des gebrochenen Strahles in Prismen. Diese ausgezeichnete Methode hat indessen insofern eine Beschränkung gehabt, als der brechende Kantenwinkel**) der betreffenden Prismen nicht eine gewisse Grösse, welche in jedem Falle von dem Brechungsvermögen der angewandten Substanz für die zu bestimmende Farbe abhängig ist, übersteigen kann. Die Grenzen, welche dadurch für die Anwendbarkeit vorhandener, von der Natur selbst gelieferter Prismen angewiesen werden, sind oft unangenehm eng. So ist z. B. beim Anglesit, welcher bei Monte Poni und an mehreren anderen Orten in ausgezeichneten Krystallen vorkommt, der grösste mögliche Winkel eines zur Axenebene symmetrischen, der Verticalaxe parallel geschliffenen Prismas zur Messung der Brechungsexponenten α und γ für die Linie D der Natriumflamme bei 20^0 nur $63^0 45'$, während der Winkel des natürlichen Prismas ∞P derselben Zone $103^0 43'$ beträgt. Würde man nun in diesem Beispiel die vorzüglichen, natürlich vorkommenden Krystalle mit vertical-prismatischer Ausbildung benutzen können, und würde es ermöglicht, durch ein und dieselbe Einstellung des Prismas ∞P zuerst α und γ, dann α und β zu messen, so könnte der Krystall geschont werden und man wäre des mühsamen Schleifens und Polirens der zwei nöthigen Prismen enthoben. Im Folgenden soll nun gezeigt werden, wie Prismen mit grossen Winkeln, wie die natürlichen

---

*) Die Originalabhandlung wurde am 9. Juni 1886 der k. Akad. zu Stockholm vorgelegt.

**) Die unten angegebenen Prismenwinkel der gemessenen Substanzen sind nicht Supplementwinkel.

prismatischen Krystalle des Anglesit, die Bestimmungen der Brechungsexponenten mittelst Messen der letzteren in einer stark lichtbrechenden Flüssigkeit erlauben. Das dabei angewandte Princip ist dasselbe, das schon längst für die Messung grosser Axenwinkel gebraucht wurde; ich werde im Folgenden zeigen, dass die nämliche Methode auch für directe Bestimmung der Brechungsexponenten in Prismen hinreichend genau ist, um in manchen Fällen allgemeine Anwendung zu verdienen.

Die Grundlage und die Vortheile dieser Methode hatte Herr Professor W. C. Brögger schon im Jahre 1884 in einem Vortrage an der Hochschule Stockholms dargelegt und hatte schon damals die vorläufigen Anordnungen für die experimentelle Prüfung derselben angefangen. Da er selbst, fehlender Zeit wegen, seine Methode nicht genügend prüfen konnte, habe ich nach seiner Aufforderung diese Arbeit unternommen, und ist es mir hoffentlich gelungen, eine praktisch brauchbare Methode daraus zu schaffen. Die Untersuchungen sind im mineralogischen Institut der Hochschule Stockholms bei Herrn Professor W. C. Brögger ausgeführt.

Das Princip der Bestimmung von Brechungsexponenten in Prismen mit grossen brechenden Winkeln, welche der Grösse dieses Winkels wegen in der Luft nicht bestimmt werden können, ist das folgende: Man taucht das Prisma in ein eine stark lichtbrechende Flüssigkeit ein und verkleinert dadurch die Differenz zwischen der Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Strahlen, welche durch das Prisma selbst und das umgebende Medium passiren, und welche somit der sonst in der Luft eintretenden Totalreflexion entgehen. Wenn man den Brechungsexponenten der das Prisma umgebenden Flüssigkeit, ferner die Grösse der Minimalablenkung in der Flüssigkeit selbst für die von dem Prisma gebrochenen Strahlen kennt, kann natürlich der Brechungsexponent der Prismensubstanz im Verhältniss zur Luft durch einfache Rechnung bestimmt werden. Wie diese Methode in der Praxis bewerkstelligt ist, wird sich aus der folgenden Auseinandersetzung der ausgeführten einzelnen Bestimmungen ergeben.

Die Messungen sind mit einem Fuess'schen Goniometer Nr. 2 (Websky's Modell) ausgeführt. Ausser den gewöhnlichen mechanischen Vorrichtungen desselben sind für die betreffenden Bestimmungen noch folgende nothwendig:

1) Ein, am besten an dem Halter des Signalfernrohres zu befestigender, bis an die Mitte des Goniometerkreises reichender, horizontaler Träger, welcher in eine horizontalen Scheibe für die Aufstellung des, die stark lichtbrechende Flüssigkeit enthaltenden Gefässes endigt. Diese Scheibe muss möglichst genau dem Goniometerkreis parallel gestellt sein, was wenigstens ungefähr dadurch erreicht wird, dass der Arm aus zwei Theilen verfertigt wird, wovon der eine, welcher das Gefäss trägt, an dem anderen beweglich angebracht und mit Justirschrauben versehen ist. Bei

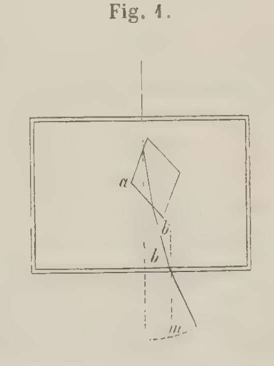
meinen Bestimmungen wandte ich einen derartigen, ursprünglich für das Liebisch'sche Totalreflectometer construirten Gefässträger an.

2) Ein am Justir- und Centrirapparat des Goniometers angebrachter, zweimal knieförmig gebogener Prismenträger. Der mittlere verticale Theil desselben muss am besten aus zwei Theilen bestehen, von welchen der eine mit einer Hohlrinne, der andere mit einem Zapfen versehen ist, so dass der erstere mit dem Prisma, dessen Brechungsexponent bestimmt werden soll, ohne dass die einmal ausgeführte Justirung des Prismas wesentlich beeinträchtigt wird, bequem abgenommen und wieder aufgesetzt werden kann. Auch in diesem Falle wurde ein, von Fuess für das nämliche Totalreflectometer construirter Träger gebraucht.

3) Ein für die lichtbrechende Flüssigkeit bestimmtes Gefäss, ein Hohlprisma mit verticalen Wänden von planparallelen Gläsern. Dasselbe muss solche Dimensionen besitzen, dass, wenn nöthig, auch ziemlich grosse Krystalle darin frei gedreht werden können. Die Form des Gefässes kann verschieden sein. Bei den unten angeführten Bestimmungen wurden solche von zwei verschiedenen Formen benutzt. Das eine mit rectangulärer Basis hatte Herr Prof. Brögger schon für seine Versuche verfertigen lassen, das andere war ein Prisma mit dreieckiger Basis. Von diesen beiden scheint aus Gründen, welche weiter unten angegeben werden sollen, das dreiseitige Prisma in mehreren Beziehungen vorzuziehen zu sein, wenn es auch sonst verschiedene Nachtheile besitzt.

Wenn für die Bestimmungen das rectanguläre Gefäss angewendet wird, muss die Seite, welche von den aus dem Signalfernrohre kommenden Strahlen zuerst getroffen wird, möglichst genau gegen diese normal gestellt werden. Es wird dies erreicht durch das Drehen des Gefässes, bis das Bild der Signalspalte, welches die von der Glaswand reflectirten Strahlen an der Innenseite des Signaldiaphragmas hervorrufen, genau mit dem Signal selbst zusammenfällt. Diese Einstellung konnte im vorliegenden Falle sehr scharf mit einem Fehler von höchstens ein paar Minuten gemacht werden. Dann wird das schon im voraus centrirte und justirte Prisma in das mit einer Flüssigkeit von passendem Lichtbrechungsvermögen gefüllte Gefäss hineingetaucht. Nun wird die Minimalablenkung der aus dem Flüssigkeitsgefäss herauskommenden und von dem Prisma gebrochenen Strahlen abgelesen.

Fig. 1.



Wenn wir den auf diese Weise gemessenen Winkel mit m (Fig. 1) und den Brechungsexponenten der Flüssigkeit, welcher in diesem Falle bei der Be-

nutzung eines rectangulären Gefässes schon früher bekannt sein muss, mit n' bezeichnen, so wird der Sinus der Minimalablenkung für die Strahlen innerhalb des Gefässes

$$= \frac{\sin m}{n'} = \sin b.$$

Wenn die Wände des Gefässes, welche von den Lichtstrahlen getroffen werden, nicht vollkommen parallel sind, muss man in die Rechnung eine Correction einführen, wodurch m und b um den Betrag, welcher der Abweichung, die die eine Wand von der Parallelstellung mit der anderen macht, entspricht, vergrössert oder verkleinert wird.

Wenn b und der brechende Kantenwinkel a des Prismas bekannt sind, erhält man den Brechungsexponenten der Substanz in der Luft n

$$n = n' \frac{\sin \frac{a+b}{2}}{\sin \frac{a}{2}}.$$

Eine ungefähre Correction der Fehler, welche durch unvollkommene Construction des Flüssigkeitsgefässes oder durch seine Einstellung senkrecht gegen die einfallenden Strahlen entstehen können, erhält man dadurch, dass die Minimalablenkung der aus dem Gefäss ausgehenden Strahlen nach beiden Seiten abgelesen und das Mittel der daraus berechneten Werthe genommen wird.

Einen Versuch mit dieser Methode hatte mit einem sehr hübsch prismatisch ausgebildeten Anglesit von Monte Poni schon 1884 Herr Prof. W. C. Brögger gemacht. Derselbe Krystall wurde für meine unten angeführten Messungen benutzt. Durch zwei Flächen dieses Krystalls, welche mit einander den spitzen Winkel 76° 17′ $(110 : \bar{1}10)$ einschliessen, wurden die Indices α und β bestimmt. Als lichtbrechende Flüssigkeit wurde Mohnöl mit dem Brechungsexponenten 1,47505 angewandt. Die Minimalablenkungen der aus dem Gefäss ausgehenden Strahlen wurden nach beiden Seiten abgelesen und hatten folgende Werthe:

	I.		II.	
	α	β	α	β
	42° 34′	43° 15′	42° 44′	43° 25′
	42 34	43 19	42 44	43 26
	42 34	43 19 30″	42 47 30″	43 28 30″
	42 35	43 19 30	42 45 30	43 28
	42 35	43 19 30	42 44	43 28
im Mittel	42 34 24″	43 18 15	42 45	43 27 15

Daraus wurden die Brechungsexponenten α und β berechnet:

	α	β
I.	1,87454	1,88152
II.	1,87813	1,88302
Mittel	1,87634	1,88226
Nach Arzruni*)	1,87709	1,88226

Der grösste mögliche Winkel der brechenden Kante des Prismas bei der Bestimmung von α und β in der Luft ist 64° 11′.

Durch die Benutzung des zweiten, stumpfen Prismenwinkels 103° 43′ (110 : 1$\bar{1}$0) desselben Krystalls konnten die Indices α und γ bestimmt werden. In diesem Falle aber würde das Brechungsvermögen des Mohnöls nicht hinreichend gewesen sein, um die Totalreflexion zu verhindern. Statt dieses wandte ich deshalb eine Lösung von Kaliumquecksilberjodid mit dem Brechungsexponenten 1,7267 an. Folgende zehn Ablesungen wurden für *Na*-Licht gemacht:

	α	γ
	24° 21′ 30″	27° 29′ 30″
	24 21 30	27 29 30
	24 23 30	27 30 30
	24 22 30	27 30 30
	24 22 30	27 30 30
	24 24 30	27 30 30
	24 23 30	27 30 30
	24 22 30	27 30 30
	24 22 30	27 31 30
	24 22 30	27 31 30
im Mittel	24 22 42	27 30 30

Daraus berechnet sich:

	α	γ
	1,87739	1,89392
nach Arzruni	1,87709	1,89363

Der grösste mögliche Winkel der brechenden Kante des Prismas bei der Bestimmung in der Luft ist 63° 45′.

Aus den oben angeführten Werthen der Brechungsexponenten des Anglesits ergiebt sich, dass man an gut ausgebildeten natürlichen Krystallen durch Messung der Brechungsexponenten nach der oben angegebenen Methode (Methode von Prof. W. C. Brögger) mit einem rectangulären Gefässe ganz gute Werthe erreichen kann, welche sich erst in der vierten Decimale von den genauen Werthen um einige Einheiten unterscheiden; vielleicht würde eine noch grössere Genauigkeit erreicht werden können.

*) Diese Zeitschr. **1**, 184.

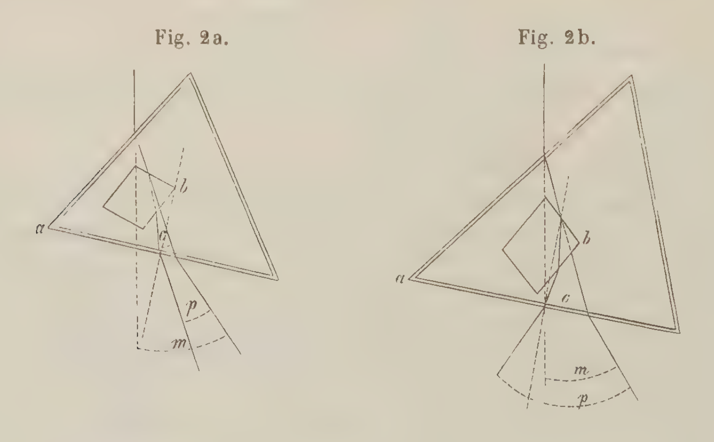
Bei den übrigen Versuchen wurde nun aus mehreren Gründen das rectanguläre Gefäss durch ein dreieckiges ersetzt (Methode von W. Ramsay). Die bei der Benutzung des dreiseitigen Hohlprismas nöthigen Vorrichtungen sind von den oben beschriebenen etwas abweichend. Man stellt das mit der lichtbrechenden Flüssigkeit gefüllte Hohlprisma derartig auf, dass die durch die Flüssigkeit gebrochenen Strahlen ihre Minimalablenkung haben. Das Prisma, dessen Brechungsexponent bestimmt werden soll, wird jetzt hineingetaucht und dabei mit seiner brechenden Kante nach entgegengesetzter Seite gerichtet, wodurch die aus demselben austretenden Strahlen im Verhältniss zu den nur durch die Flüssigkeit fortgepflanzten (Fig. 2) nach entgegengesetzter Seite gebrochen werden.

Darnach wird die Minimalablenkung für die nur von der Flüssigkeit gebrochenen Strahlen, nachträglich auch der Winkel zwischen diesen und den auch von dem Prisma selbst in der Stellung der Minimalablenkung gebrochenen Strahlen abgelesen. Um bei der Berechnung die Minimalablenkung der von dem Prisma in der Flüssigkeit gebrochenen Strahlen zu bestimmen, muss man darauf Rücksicht nehmen, ob dieselben beim Austreten aus dem Hohlprisma nach derselben Seite von der Normalen zur Austrittsfläche, wie die nur von der Flüssigkeit abgelenkten Strahlen, oder nach der entgegengesetzten Seite ausgehen, d. h. ob

$$p \lesseqgtr \frac{m + a}{2},$$

wenn p gleich dem Winkel zwischen den beiden Strahlen, welche aus dem Gefäss kommen, m gleich der Minimalablenkung der nur von der Flüssigkeit gebrochenen Strahlen und a gleich dem brechenden Winkel des Hohlprismas ist.

Die Minimalablenkung der von dem Prisma in der Flüssigkeit gebrochenen Strahlen wird in dem ersten Falle (Fig. 2a)



$$c = \frac{a}{2} - v',$$

worin

$$\sin v' = \frac{\sin\left(\frac{m+a}{2} - p\right)}{n'}$$

und in dem zweiten (Fig. 2b)

$$c = \frac{a}{2} + v'',$$

worin

$$\sin v'' = \frac{\sin\left(p - \frac{m+a}{2}\right)}{n'}$$

wenn n' = dem Brechungsexponenten der Flüssigkeit, welcher hier beim Anwenden des dreiseitigen Prismas direct durch Ablesen von m bestimmt wird.

Wenn b der brechende Winkel des Prismas der zu untersuchenden Substanz ist, so wird der Brechungsexponent derselben

$$n = n' \frac{\sin \frac{b+c}{2}}{\sin \frac{b}{2}}.$$

Die Vortheile beim Gebrauch eines dreiseitigen Hohlprismas anstatt eines rectangulären Gefässes sind, wie aus dem Obenstehenden ersichtlich, also erstens, dass dadurch der Brechungsexponent der nöthigen Flüssigkeit direct während der Operation durch eine einzige Ablesung bestimmt wird, was namentlich aber von grösster Bedeutung ist, wenn man Flüssigkeiten anwenden muss, deren Brechungsexponent bei Temperaturänderungen oder Aenderungen der Consistenz (z. B. Wasseraufnahme oder Abdunsten) raschen Schwankungen unterworfen ist. Derartige Aenderungen würden nämlich, wenn sie nicht unmittelbar controlirt werden können, natürlich auch die Genauigkeit der Bestimmung des Brechungsexponenten des Prismas wesentlich beeinträchtigen, ein Uebelstand, welcher also durch das dreiseitige Hohlprisma leicht vermieden wird, während das rectanguläre Gefäss in solchen Fällen ungenaue Resultate liefern muss. Ferner ergiebt sich aus der Anordnung der zu bestimmenden Prismen in Bezug auf das dreiseitige Hohlprisma, dass die von dem Prisma ausgehenden Strahlen eine Richtung besitzen müssen, welche immer ziemlich nahe um die Normale der Hohlprismenwand gelegen sein muss, weshalb bei passender Auswahl der Flüssigkeit Totalreflexion der austretenden Strahlen innerhalb der Flüssigkeit nur in äusserst seltenen Fällen stattfinden kann. Endlich ist es natürlich leichter, ein dreiseitiges Hohlprisma zu verfertigen, als ein genau

rectanguläres Gefäss mit planparallelen Wänden*). Bei untenstehenden Bestimmungen wurde ein ungleichseitiges Hohlprisma mit Basalwinkeln von ungefähr 50°, 60° und 70° angewandt.

Mittelst dieser Methode wurden die Brechungsexponenten der folgenden Mineralien bestimmt**).

1. Topas vom Ural.

Als brechendes Prisma wurde das Brachydoma $2\breve{P}\infty$ mit einem Winkel von 92° 42′ genommen. Das lichtbrechende Medium war Mohnöl mit Index von ungefähr 1,475. Der brechende Winkel des Hohlprismas war 59° 57′ 30″. Die Bestimmungen wurden für *Na*-Licht ausgeführt, und ergaben für α und γ folgende Werthe:

m	p^{α}	α	p^{γ}	γ
34° 57′	19° 59′	1,60969	21° 24′	1,61950
34 56 30″	20 1	1,60973	21 25 30″	1,61959
34 57	19 57	1,60939	21 22	1,61921
34 56	19 57 30″	1,60934	21 22	1,61909
34 58	19 58 30	1,60983	21 25	1,61964
34 56 30	19 59 30	1,60956	21 23 30	1,61931
34 57	20	1,60978	21 26	1,61984
34 57	20	1,60978	21 26	1,61984
34 56 30	20	1,60963	21 25 30	1,61959
34 56 30	19 58	1,60949	21 28	1,61917
34 57	19 58	1,60954	21 23 30	1,61940
34 57	19 58	1,60954	21 23 30	1,61940

Mittlerer Werth:

α	γ
1,60973	1,61953

Diese beiden Indices sind niedriger als diejenigen, welche gewöhnlich für Topas angegeben werden, wobei aber erinnert werden muss, dass mit der bekannten Schwankung des Axenwinkels auch die Brechungsexponenten variiren müssen. Der grösste mögliche Winkel der Kante des brechenden Prismas für Messung in der Luft ist 76° 15′ 14″.

In diesem Falle hatte das Mineralprisma eine Politur, welche für eine

*) Wie oben angeführt ist, ist es zwar nicht nöthig, dass das rectanguläre Gefäss genau parallele Wände besitzt, indem, wenn die Abweichung von der Parallelität bekannt ist, die nöthigen Correctionen in die Rechnung eingeführt werden können, was auch Prof. W. C. Brögger sowohl theoretisch als praktisch ausgeführt hatte.

**) Die Anzahl der Bestimmungen ist zwar nicht so zahlreich, wie es wünschenswerth gewesen wäre, was auf die kurze Zeit, welche ich auf diese Arbeit verwenden konnte, zu schreiben ist, aber hoffentlich hinreichend, um die Vortheile der Methode zu beweisen.

Messung der Brechungsexponenten in der Luft weniger geeignet gewesen wäre, was aber beim Messen in Oel einen merkbaren Uebelstand nicht verursachte, auch ein Vortheil der angewandten Methode; dieser Vortheil ist in manchen Fällen sehr schätzenswerth, namentlich bei Substanzen, welche nur schlecht Politur annehmen oder matte natürliche Flächen besitzen.

2. Anglesit von Monte Poni.

Der für diese Bestimmungen benutzte Krystall war derselbe, welcher auch für die Messung in dem rectangulären Hohlprisma angewandt wurde (siehe oben).

An dem Prisma mit dem spitzen Kantenwinkel von 76° 17′ wurden die Indices α und β bestimmt. Die Messungen wurden in Mohnöl in dem dreieckigen Hohlprisma mit brechendem Winkel von 59° 57′ 30″ ausgeführt und gaben folgende Resultate für *Na*-Licht:

m	p^α	α	p^β	β
34° 51′ 30″*)	43° 19′ 30″	1,87765	44° 24′ 30″	1,88256
34 52	43 50	1,87781	44 26 30	1,88292
35 3 30	43 37 30	1,87802	44 11	1,88296
35 3 30	43 38 30	1,87817	44 12 30	1,88317
35 1 30	43 31	1,87688	44 7 30	1,88212
35	43 36	1,87724	44 12 30	1,88254
35 2	43 39	1,87768	44 14 30	1,88329
35 1	43 38 30	1,87736	44 14	1,88294
35 2	43 39	1,87768	44 14	1,88317
35 2	43 37	1,87737	44 12	1,88268
34 58	43 35	1,87663	44 10	1,88134
34 58 30	43 36 30	1,87701	44 12 30	1,88220
34 58	43 35	1,87663	44 10 30	1,88145
34 58 30	43 34 30	1,87676	44 13 30	1,88241
34 58 30	43 34 30	1,87676	44 13	1,88234

Mittlerer Werth:

	α	β
	1,87731	1,88254
Nach Arzruni	1,87709	1,88226

An dem Prisma desselben Krystalls mit dem stumpfen Winkel 103° 43′ wurden die Exponenten α und γ bestimmt. Sie wurden in einer Thoulet-schen Lösung gemessen. Der angewandte brechende Winkel des dreieckigen Hohlprismas war 50° 13′. Für *Na*-Licht wurden folgende Bestimmungen gemacht:

---

*) Die beiden ersten Bestimmungen wurden in einer schwächer lichtbrechenden Flüssigkeit ausgeführt.

m	p^{α}	α	p^{γ}	γ
43° 59′	27° 23′	1,87710	30° 27′	1,89393
43 59	27 22	1,87701	30 26	1,89383
44 1	27 28	1,87802	30 30 30″	1,89468
44	27 28	1,87788	30 29	1,89437
43 58	27 25	1,87715	30 28	1,89374
43 59	27 27	1,87746	30 25	1,89363
43 59 30″	27 22 30″	1,87711	30 25 30	1,89389
44 0 30	27 24	1,87752	30 23 30	1,89391
43 59 30	27 22 30	1,87711	30 24 30	1,89380
44	27 25	1,87757	30 24	1,89387
44	27 25	1,87757	30 24	1,89387
44 0 30	27 25 30	1,87764	30 26 30	1,89418

Mittlerer Werth:

	α	γ
	1,87747	1,89399
Nach Arzruni	1,87709	1,89363

3. Zinkblende aus Spanien.

Von diesem Mineral wurde als brechendes Prisma ein Spaltstück mit einem Winkel von 60° 0′ 30″, mit vorzüglicher Ausbildung der Spaltungsflächen, genommen. Die Brechungsexponenten dieses Minerals wurden in einer Kaliumquecksilberjodidlösung in einem Hohlprisma von 50° 13′ brechendem Winkel gemessen.

Für Lithiumlicht wurden folgende Werthe erhalten:

m	p	Li
42° 44′ *)	48° 51′ 30″	2,34156
42 44	48 53	2,34187
42 44	48 57 30	2,34292
42 23	49 6	2,34002
42 23	49 12	2,34148
42 23	49 10	2,34098
42 23	49 11	2,34123
42 24 30	49 12 30	2,34178
42 23	49 21 30	2,34290
42 23 30	49 11	2,34139

Mittlerer Werth des Brechungsexponenten für *Li*-Strahlen:

*) Die drei ersten Ablesungen wurden in einer stärker lichtbrechenden Lösung ausgeführt, als die folgenden.

2,34165,

nach einer Angabe von P. Groth*):

2,341 . . .

Der grösste Prismenwinkel, der eine Messung des Brechungsexponenten für *Li* in der Luft gestattet, ist 50° 30′ 10″.

Für Natriumlicht fand ich den folgenden Brechungsexponenten:

m	*p*	*Na*
44° 0′ 30″	49° 47′ 30″	2,36962
44 2	49 45	2,36932
44 1	49 42	2,36853
44 1	49 42	2,36853
44 2	49 40	2,36841
43 33**)	50 17 30	2,37000
43 38	50 9 30	2,36950
43 38	50 9	2,36929
43 38	50 9	2,36929
43 39	50 10	2,36983

Mittlerer Werth für *Na*:

2,36923,

nach P. Groth (ibid.):

2,369 . . .

Der grösste mögliche Winkel für Messung des Exponenten in Luft ist 49° 55′ 48″.

Für den Brechungsexponenten für Thalliumlicht, welcher, soviel mir bekannt, nicht vorher bestimmt worden ist, ergab sich folgender Werth:

m	*p*	*Th*
45° 28′ 30″	50° 47′	2,40045
45 28 30	50 48	2,40068
45 28 30	50 40	2,39897
45 27 30	50 48 30″	2,40042
45 27 30	50 47	2,40031
45 27 30	50 45	2,39995
45 28 30	50 52	2,40160
45 31	50 52	2,40200
45 30	50 48	2,40094
45 30	50 50	2,40157

*) Physikalische Krystallographie. 2. Aufl. S. 283.

**) Diese und die folgenden Bestimmungen für *Na* wurden in einer anderen Lösung als die vorhergehenden ausgeführt.

Als mittlerer Werth ergiebt sich:

2,40069.

Der grösste mögliche Prismenwinkel für Bestimmung dieses Exponenten in der Luft ist 49° 14′ 18″.

4. Harstigit von Pajsberg.

Ein besonderes Interesse gewinnt diese Methode dadurch, dass sie die Bestimmung des Brechungsexponenten eines neuen, von Herrn G. Flink bei Pajsberg gefundenen Minerals Harstigit*) erlaubte. Vorhanden waren nach der bewerkstelligten chemischen Analyse von diesem äusserst seltenen Mineral nur zwei ganz kleine Krystalle, dem mineralogischen Institut der Hochschule Stockholms gehörig. Da diese Krystalle das Originalmaterial der goniometrischen Untersuchungen des Herrn G. Flink ausmachten und somit natürlich nicht durch Prismenschleifen zerstört werden durften, da ferner der natürliche Prismenwinkel für eine Bestimmung auf gewöhnliche Weise in der Luft zu gross ist, würde es ohne die vorliegende Methode nicht möglich gewesen sein, über die Lichtbrechungsverhältnisse dieses Minerals eine Vorstellung zu bekommen. Das Mineral ist nach der Angabe G. Flink's rhombisch. Die Ebene der optischen Axen ist $\infty\breve{P}\infty$. Als brechendes Prisma konnte das Brachydoma $\breve{P}\infty$ mit einem brechenden Winkel von 89° 17′ benutzt werden. Der Krystall war jedoch ganz klein und hatte ziemlich unebene Flächen, weshalb die gebrochenen Strahlen keine allzu sichere Bestimmung erlauben konnten. Es wurde in Mohnöl (brechender Winkel des Gefässes = 59° 57′ 30″) für *Na*-Licht bestimmt α und γ:

m	p^{α}	α	p^{γ}	γ
35°	28° 2′ 30″	1,67899	28° 36′	1,68292
35 2′	27 54	1,6783	28 34 30″	1,68311
35 2	27 54	1,6783	28 37	1,68341
35 2	27 52	1,67806	28 30 30	1,68263
35 2	27 55	1,67843	28 34	1,68301
35 2	27 56	1,67858	28 49	1,68484
35 2	27 54	1,6783	28 34	1,68301
35 2	27 47	1,6774	28 27	1,68151
35 1	27 54	1,67805	28 40	1,68359
35 1	27 48	1,67736	28 33	1,68273

Daraus erhält man im Mittel:

α	γ
1,6782	1,68308

---

*) Meddelande från Stockholms Högskola No. 51, der schwedischen Akademie der Wissenschaften April d. J. vorgelegt.

Wenn man die Mittelwerthe der oben angeführten Bestimmungen vergleicht, findet man, dass sie eine solche Genauigkeit besitzen, dass sie erst in der vierten Decimale von früher durch directe Messungen in der Luft gefundenen Werthen abweichen. Dagegen zeigen sich für die einzelnen Bestimmungen, wie die Tabellen erweisen, oft bedeutende Abweichungen. Bei einer indirecten Methode, wie die hier angewandte, muss sich aber auch eine grössere Anzahl Fehlerquellen geltend machen, als bei den vollkommeneren directen Methoden. Die wichtigste Fehlerquelle ist im vorliegenden Falle der Umstand, dass beim Einstellen auf die Minimalablenkung der von dem mit der Flüssigkeit gefüllten Gefäss gebrochenen Strahlen nicht mit Sicherheit entschieden werden kann, ob das Hohlprisma in der That eine genau symmetrische Lage zu den ein- und austretenden Strahlen einnimmt. Denn eine Abweichung von der Richtung der genauen Minimalablenkung nach irgend einer am nächsten liegenden Brechungsrichtung übt auf die Richtung der austretenden Strahlen so geringen Einfluss aus, dass dieselbe sich nicht geltend macht, selbst wenn das Prisma recht merkbar nach der Seite gedreht wird. Für Kaliumquecksilberjodid z. B. mit einem Brechungsexponenten von 1,726 kann ein Hohlprisma mit einem brechenden Winkel von 50° 13′, 3′ 30″ nach jeder Seite gedreht werden, ehe ein Fehler von 30″ resultirt, ein Werth, welcher innerhalb der Fehlergrenzen des von mir benutzten Instruments gelegen ist. Dieser Umstand muss natürlich auf das erhaltene Resultat Einfluss üben, denn bei der Berechnung des Brechungsexponenten muss man immer von der Voraussetzung ausgehen, dass die Lage des Hohlprismas symmetrisch in Bezug auf die ein- und austretenden Strahlen gewesen sei, was in dem einzelnen Falle nur schwierig bei der Einstellung aus freier Hand zu erreichen ist, obwohl natürlich eine grössere Anzahl Ablesungen diesem Fehler abhelfen kann. Weitere Fehler können von der Construction des Hohlprismas herrühren, dessen Wände im vorliegenden Falle z. B. nicht aus absolut genau planparallelen Gläsern bestanden; ferner war es im vorliegenden Falle nicht möglich, die Zonenaxe des Hohlprismas genau parallel der Goniometeraxe anzubringen, die Einstellung geschah aus freier Hand etc.

Trotz dieser Uebelstände und Fehlerquellen scheinen die oben beschriebenen Methoden doch eine recht allgemeine Anwendung zu verdienen, namentlich bei prismatisch ausgebildeten Krystallen, für welche diese Methoden, welche das mühsame Schleifen von Prismen ersparen und den Krystall schonen, vielleicht eine Bedeutung erreichen dürften, entsprechend der Bestimmung durch Totalreflexion bei tafelförmigen Krystallen.

Stockholm, Mai 1886.

XIX. Ueber die chemische Zusammensetzung des Barytocalcits und des Alstonits.

Von

A. Becker in Leipzig.

Nach den wenigen vorhandenen Analysen des monoklinen Barytocalcits und des rhombischen Alstonits wurden diese beiden Mineralien als chemisch gleich zusammengesetzt ($BaCO_3 + CaCO_3$) angesehen, wobei indessen die Frage entstand, ob sie beide als isomorphe Mischungen von $BaCO_3$ und $CaCO_3$ zu betrachten seien oder ob nicht vielleicht bei einem derselben eine Molekularverbindung der beiden Carbonate von der Formel $BaCaC_2O_6$ vorliege.

Auf Grund des von den analog zusammengesetzten Carbonaten abweichenden Krystallsystems des Barytocalcits und ferner auch, weil trotz der so ungeheuren Verbreitung des kohlensauren Kalkes diese Substanz noch nie monoklin krystallisirt beobachtet worden ist, meint Groth*), dass man es bei diesem Mineral mit einer derartigen Molekularverbindung zu thun habe, während der Alstonit eine isomorphe Mischung ungefähr äquivalenter Mengen beider Salze sei. Er findet eine Bestätigung seiner Ansicht in einer »merkwürdigen Beziehung zwischen den Krystallformen der beiden dimorphen Modificationen der salpetersauren Salze der einwerthigen Metalle einerseits und der Carbonate der zweiwerthigen Metalle andrerseits«, worüber er Näheres l. c. angiebt.

Um nun die Richtigkeit dieser Annahme experimentell zu prüfen, habe ich eine Reihe von Analysen der betreffenden zwei Mineralien angestellt und will die Ergebnisse derselben hier mittheilen.

Leider gelang es mir nicht, wie ich gewünscht hätte, Material von verschiedenen Fundorten zu erhalten, sondern nur von Alston Moor**) in Cum-

---

*) Tabellar. Uebersicht der Mineralien etc. 2. Aufl., 1882, S. 46 u. 47.

**) Nur ein Stück war von Hexham bei Fallowfield in Northumberland, erwies sich aber als oberflächlich in $BaSO_4$ umgewandelt und konnte daher nicht verwandt werden.

berland und ich musste mich damit begnügen, mir wenigstens Stücke aus verschiedenen Sammlungen zu verschaffen, von welchen doch anzunehmen ist, dass sie nicht alle an derselben Stelle gebrochen worden sind. Einen Theil des Materials verdanke ich der Güte des Herrn Geh. Bergrath Prof. Dr. Zirkel, den Rest bezog ich von verschiedenen Händlern.

Das Aussuchen des Materials geschah mit möglichster Sorgfalt. Ich habe keine derben Stücke zur Analyse verwandt, sondern nur in Drusen frei aufsitzende, gut ausgebildete Krystalle, welche einzeln mit der Pincette abgebrochen und mit der Lupe auf Homogenität geprüft wurden, wobei die Alstonite, stets in spitzen, scheinbar hexagonalen Pyramiden auftretend, sich als fast ganz durchsichtig erwiesen, während die Barytocalcitkrystalle, meist vorwaltend am Ende verschieden ausgebildete Prismen zeigend, öfters nur durchscheinend waren. Nur die rein befundenen Krystalle gelangten zur Verwendung, die zweifelhaften wurden ausgeschieden. Die Reinheit des analysirten Materials ergiebt sich übrigens auch daraus, dass beim Auflösen desselben in Salzsäure nur in drei Fällen und ein auch dann nur sehr geringer Rückstand blieb, welcher bei der qualitativen Untersuchung die Reaction auf Baryum und auf Schwefelsäure zeigte, also hauptsächlich aus $Ba\,S\,O_4$ bestand.

Als zweckmässigster Gang der Analyse ergab sich nach mancherlei Versuchen folgender: Nachdem durch spectralanalytische Untersuchung die totale Abwesenheit von Strontium nachgewiesen war, wurde zunächst die Kohlensäure nach bekannter Methode durch Ermittelung des Gewichtsverlustes nach Austreiben derselben durch Salzsäure bestimmt, dann aus der Lösung das Mangan durch Oxydation mittelst Chlorwasser als Manganperoxydhydrat gefällt, welches, stark geglüht, in gut wägbares Manganoxydul übergeht. Zur Trennung der nun noch zurückbleibenden beiden Metalle Baryum und Calcium versetzte ich die salzsaure Lösung derselben mit schwefelsaurem und kohlensaurem Ammoniak und liess sie längere Zeit (24 Stunden) bei gewöhnlicher Temperatur stehen, wobei $Ba\,S\,O_4$ und $Ca\,C\,O_3$ niedergeschlagen werden; letzteres wurde wieder gelöst, vom Barytsalz abfiltrirt und der Kalk dann in der gewöhnlichen Weise mit oxalsaurem Ammon bestimmt. Diese Trennungsmethode von *Ba* und *Ca* ist genauer, als die Fällung des *Ba* allein mit verdünnter Schwefelsäure, da hierbei stets etwas Kalksalz mit niedergerissen wird, welches sich durch Auswaschen nicht vollständig entfernen lässt.

Die Analysen ergaben folgende Resultate:

I. Barytocalcit von Alston Moor, bezogen vom Mineralienhändler Stürtz in Bonn.

	1.	2.	3.	Gefunden als Mittel aus den drei Analysen:	Berechnet aus nachstehender Formel:
BaO	50,31%	49,99%	49,96%	50,09%	51,55%
CaO	20,11	19,60	19,59	19,77	18,84
MnO	0,22	0,39	0,44	0,35	—
CO_2	29,59	29,32	29,66	29,52	29,61
	100,23	99,30	99,65	99,73	100,00

Berechnung:

	Procente:	Quotienten:	Atomverhältniss:
Ba	44,85	0,3274	1
Ca	14,12	0,3530	1,08
C	8,05	0,6708	2,05
O	32,98	2,0612	6,30

Diesen Verhältnisszahlen entspricht am besten die Formel:

$$BaCO_3 + CaCO_3.$$

II. Barytocalcit von Alston Moor, bezogen vom Mineralienhändler Pech in Berlin.

	1.	2.	3.	4.	Gefunden als Mittel aus den vier Analysen:	Berechnet aus nachstehender Formel:
BaO	50,02%	51,36%	49,58%	50,50%	50,36%	51,55%
CaO	19,66	17,68	20,40	19,13	19,22	18,84
MnO	0,30	0,23	0,30	0,18	0,25	—
CO_2	29,32	29,46	29,36	29,61	29,44	29,61
Unl. Rückst.	0,30	0,31	0,30	0,30	0,30	—
	99,60	99,04	99,94	99,72	99,57	100

Berechnung:

	Procente:	Quotienten:	Atomverhältniss:
Ba	45,09	0,329	1
Ca	13,72	0,343	1,04
C	8,03	0,669	2,03
O	33,16	2,072	6,30

Mithin ergiebt sich wiederum die Formel:

$$BaCO_3 + CaCO_3.$$

III. Barytocalcit von Alston Moor aus dem mineral. Museum der Universität Leipzig.

	1.	2.	3.	Gefunden als Mittel aus den drei Analysen:	Berechnet aus nachstehender Formel:
BaO	50,81%	52,89%	51,07%	51,59%	51,55%
CaO	19,51	17,60	18,71	18,61	18,84
MnO	0,38	0,32	0,34	0,35	—
CO_2	29,41	29,60	29,15	29,39	29,61
Unl. Rückst.	0,18	0,33	0,32	0,28	—
	100,29	100,74	99,59	100,22	100,00

Berechnung:

	Procente:	Quotienten:	Atomverhältniss:
Ba	46,19	0,337	1,02
Ca	13,29	0,332	1
C	8,02	0,668	2,01
O	32,50	2,030	6,11

Auch hier resultirt die Formel:

$$BaCO_3 + CaCO_3.$$

IV. Alstonit von Alston Moor, vom Mineralienhändler Pech in Berlin bezogen, erstes Stück.

	1.	2.	3.	Gefunden als Mittel aus den drei Analysen:	Berechnet aus nachstehender Formel:
BaO	45,26%	43,96%	44,86%	44,69%	46,34%
CaO	22,05	24,40	23,75	23,40	22,60
MnO	0,27	0,30	0,30	0,29	—
CO_2	31,82	32,11	31,19	31,71	31,06
	99,40	100,77	100,10	100,09	100,00

Berechnung:

	Procente:	Quotienten:	Atomverhältniss:		
Ba	40,03	0,292	1	=	3
Ca	16,71	0,418	1,43	=	4,29
C	8,48	0,707	2,42	=	7,26
O	34,78	2,174	7,44	=	22,32

Diesen Verhältnissen kommt die Formel

$$3BaCO_3 + 4CaCO_3$$

am nächsten.

V. Alstonit von Alston Moor, vom Mineralienhändler Pech in Berlin bezogen, zweites Stück.

	1.	2.	Gefunden als Mittel aus den zwei Analysen:	Berechnet aus nachstehender Formel:
Ba O	37,82%	37,00%	37,41%	38,56%
Ca O	29,27	28,84	29,06	28,21
Mn O	0,30	0,30	0,30	—
CO_2	31,09	33,33	32,21	33,23
	98,48	99,47	98,98	100,00

Berechnung:

	Procente:	Quotienten:	Atomverhältniss:
Ba	33,50	0,245	1
Ca	20,76	0,519	2,12
C	8,78	0,732	2,99
O	36,96	2,310	9,4

Diesen Zahlen entspricht die Formel

$$BaCO_3 + 2CaCO_3$$

am besten.

VI. Alstonit von Alston Moor, vom Mineralienhändler Gregory in London bezogen.

	1.	2.	3.	Gefunden als Mittel aus den drei Analysen:	Berechnet aus nachstehender Formel:
Ba O	51,01%	51,33%	50,58%	50,97%	51,55%
Ca O	19,88	19,54	20,06	19,83	18,84
CO_2	29,56	29,42	29,98	29,65	29,61
Unl. Rückst.	0,25	0,25	0,25	0,25	—
	100,70	100,54	100,87	100,70	100,00

Berechnung:

	Procente:	Quotienten:	Atomverhältniss:
Ba	45,64	0,333	1
Ca	14,16	0,354	1,06
C	8,09	0,674	2,02
O	32,11	2,007	6,03

Mithin ergiebt sich die Formel:

$$BaCO_3 + CaCO_3.$$

VII. Alstonit von Alston Moor aus dem mineralog. Museum der Universität Leipzig.

	1.	2.	3.	Gefunden als Mittel aus den drei Analysen:	Berechnet aus nachstehender Formel:
BaO	52,19%	51,87%	50,28%	51,45%	51,55%
CaO	19,98	19,12	20,57	19,89	18,84
MnO	0,20	0,20	0,20	0,20	—
CO_2	29,45	29,66	29,46	29,52	29,61
	101,82	100,85	100,51	101,06	100,00

Berechnung:

	Procente:	Quotienten:	Atomverhältniss:
Ba	46,07	0,336	1
Ca	14,21	0,355	1,05
C	8,05	0,671	2,00
O	31,67	1,980	5,89

Also resultirt wieder die Formel:

$$BaCO_3 + CaCO_3.$$

Die hier gefundenen Zahlen führen für die drei untersuchten Barytocalcitdrusen auf die gleiche Formel: $BaCO_3 + CaCO_3$, so dass dieses Mineral wohl als eine Molekularverbindung angesehen werden muss, während von den vier analysirten Alstonitstücken, deren zwei zwar ebenfalls die gleiche Constitution: $BaCO_3 + CaCO_3$ besitzen, die beiden anderen aber, davon abweichend, die Formeln:

$$3BaCO_3 + 4CaCO_3$$

und

$$BaCO_3 + 2CaCO_3$$

ergeben, sodass der Alstonit zweifellos eine isomorphe Mischung der beiden Carbonate ist.

Mithin wird durch die vorliegenden Untersuchungen die oben erwähnte Ansicht Groth's bestätigt.

Leipzig, den 25. Mai 1886.

XX. Untersuchung einiger Cölestine.

Von

Carl Bärwald in Berlin.

Schon längere Zeit ist bekannt, dass die specifischen Gewichte von Cölestinen, die verschiedenen Fundorten entstammen, Schwankungen zeigen und dass mit dieser Aenderung des specifischen Gewichtes auch eine solche des Axenverhältnisses verknüpft ist. A. Auerbach*), der in seiner Monographie des Cölestins auf diesen Zusammenhang zwischen Krystallform und specifischem Gewicht zuerst aufmerksam machte, führte diese Aenderung auf das Vorhandensein von Baryumsulfat zurück, welches seiner Meinung nach als isomorphe Beimischung einen Theil des Strontiumsulfats ersetzte.

Wie aber Arzruni**) vor einigen Jahren zeigte, entspricht diese Annahme nicht den Thatsachen, denn die Analyse von sechs Cölestinen verschiedenen Vorkommens erwies das vollkommene Fehlen von Baryum.

In sämmtlichen analysirten Cölestinen hingegen wurden geringe Mengen von Calcium gefunden. Es liess sich jedoch eine einfache Gesetzmässigkeit zwischen Calciumgehalt und Winkeländerung nicht feststellen.

Auch die folgende Untersuchung, die als ein Nachtrag zur Abhandlung von Arzruni betrachtet werden möge, ergab ein gleiches Resultat.

Das Material zu derselben verdanke ich Herrn Prof. Arzruni in Aachen. Derselbe hatte auch die Güte, die Winkelmessungen durch Herrn stud. Gustav Drabant im Breslauer mineralogischen Museum, sowie die optische Untersuchung durch Herrn stud. rer. mont. P. J. de Kanter im mineralogischen Institut der technischen Hochschule zu Aachen ausführen zu lassen.

Bevor ich zur Besprechung der einzelnen Cölestine übergehe, möge noch kurz die von mir angewandte Methode zur Trennung von Strontium und Calcium hier Erwähnung finden.

---

*) Sitz.ber. Wien. Acad. I. Abthl., April-Heft 1869.

**) Ztschr. deutsch. geol. Ges. 1872, S. 484.

Die durch Schmelzen mit kohlensaurem Natron-Kali erhaltenen Carbonate, die wegen ihrer Löslichkeit in reinem Wasser mit Wasser ausgewaschen werden müssen, dem man die gleiche Menge neutrales kohlensaures Ammon zugesetzt hat, wurden in verdünnter Salpetersäure gelöst und zur Trockne verdampft. Die Nitrate wurden darauf mit einem Gemisch von gleichen Theilen wasserfreien Aethers und Alkohols übergossen und nach halbstündigem Stehen, während welcher Zeit häufig umgerührt wurde, filtrirt. Das auf dem Filter zurückbleibende Strontiumnitrat erwies sich bei der spectroscopischen Prüfung stets kalkfrei. Das Filtrat wurde wieder zur Trockne verdampft und der Rückstand nochmals derselben Operation unterworfen. Eine dreimalige Wiederholung genügte fast in allen Fällen, um auch das Calcium rein zu erhalten. Auch die kleinen Mengen Strontiumnitrat, die bei der Wiederholung der Operation erhalten wurden, waren kalkfrei.

Diese Methode giebt in den Fällen, wo es sich um die Trennung grosser Mengen Strontium von sehr kleinen Mengen Calcium handelt, gute Resultate.

1. Cölestin von Aust Ferry bei Bristol, Gloucestershire.

Die Krystalle stammen aus dem Breslauer mineralogischen Museum, welches sie durch Tausch vom British Museum erhielt.

Schwach gelbliche bis rosarothe Krystalle, die auf krystallinischem bläulichen Cölestin aufsitzen. Ihrem Habitus nach ähneln sie Barytkrystallen und sind in der Richtung der Axe *b**) lang gestreckt. Fast gleich gross treten auf die Flächen von *m*(110) und *c*(001), neben denen noch *d*(102), *l*(104) und *o*(001) beobachtet wurde. Die meisten Flächen sind glatt und glänzend und liefern ziemlich einfache Reflexe. Nur bei *c*(001) bemerkt man eine äusserst schwache, parallel der Axe *a* verlaufende Streifung.

	Beobachtet:	Berechnet:
$110 : 1\bar{1}0$ =	76° 4′	—
$104 : 001$ =	22 16	—
$102 : 104$ =	16 57½	17° 2′ 51″
$102 : 10\bar{2}$ =	101 16	101 22 19
$011 : 001$ =	52 0	52 1 32
$011 : 01\bar{1}$ =	75 56½	75 56 55
$110 : 102$ =	60 0	60 3 50
$110 : 104$ =	72 28	72 38 6
$110 : 011$ =	60 48	60 56 35

---

*) Die Aufstellung ist die von Miller gewählte. Das Spaltprisma und die normal dazu stehende Symmetrieebene, nach welcher die Hauptspaltbarkeit geht, werden als (110) resp. (001) bezeichnet.

Hieraus folgt das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,78222 : 1 : 1,28113.$$

Die Messung des spitzen Winkels der optischen Axen in Mandelöl ergab:

H_a *Li*-Licht = 56° 13′
- *Na*- - = 56 46
- *Tl*- - = 57 21

Auf die Bestimmung des stumpfen Winkels wurde hier, wie auch bei den folgenden Cölestinen, verzichtet, da er sich so gross erwies, dass die Axen nicht einmal in Oel austraten.

Die Analyse ergab:

	I.	II.	III.
SrO	55,91	—	—
CaO	0,24	0,20	0,23
SO_3	43,67	—	—
	99,82		

Das spec. Gew. beträgt 3,9315.

2. Cölestin von der Küste Quiaios und Buarcos (westlich von Coimbra).

Die von Herrn P. da Costa Herrn Prof. Arzruni übergebenen Krystalle sind wasserhell und füllen mit solchen von Calcit das Gehäuse des im Jura vorkommenden Ammonites macrocephalus aus.

Beobachtet wurden die Formen: *m*(110), *c*(001), *d*(102), *l*(104), *o*(011) und *y*(122).

Die Flächen von *c* sind glatt, *d* und *l* parallel der Axe *b* gestreift und in der Nähe der Combinationskanten miteinander alternirend. Der Habitus der Krystalle ist insofern etwas variabel, als er bald durch das Vorherrschen von *c*, bald durch die grössere Ausdehnung von *d* bedingt ist.

	Gemessen:	Berechnet:
110 : 1$\bar{1}$0 =	75° 50′	—
104 : 001 =	22 22½	22° 23′ 45″
102 : 001 =	39 1½	39 29 42
102 : 104 =	16 55½	17 5 57
102 : 10$\bar{2}$ =	101 24½	101 0 38
011 : 001 =	52 7	52 5 15
011 : 01$\bar{1}$ =	75 50	—
110 : 102 =	59 51½	59 53 2
110 : 104 =	72 26½	72 30 28
110 : 011 =	60 34	60 59 57
011 : 122 =	77 10	77 23 0

	Gemessen:	Berechnet:
102 : 011 =	61° 31′	61° 41′ 42″
104 : 011 =	55 22	55 22 53
104 : 122 =	47 16	47 14 10

Hieraus folgt das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}77894 : 1 : 1{,}28398.$$

Der spitze Winkel der Axen H_a ist bei

Li-Licht = 55° 46′
Na- - = 56 34
Tl- - = 56 49

Die Analyse lieferte folgende Werthe:

SrO	55,83%
CaO	0,44
SO_3	43,62
	99,89

3. Cölestin von Conil, Provinz Cádiz.

Die farblosen Krystalle sind meist nur an einem Ende entwickelt, denn in ihrer Verlängerung gehen sie in stenglige Aggregate über. Ihr stetiger Begleiter ist krystallisirter und derber Schwefel. Sie zeichnen sich durch ihren langprismatischen Habitus aus, der durch das Vorherrschen der Flächen von $o(011)$ und durch die langgestreckte Form parallel der Axe a hervorgebracht wird.

Neben $o(011)$ treten an den Krystallen noch $m(110)$, $c(001)$, $d(102)$, $a(100)$ und äusserst schmal $b(010)$ auf. Die sonst seltene Form (100) ist ziemlich stark entwickelt, aber stets mit geringem Glanz und einer vertical verlaufenden Streifung versehen, welche eine Folge des Alternirens der beiden benachbarten m-Flächen ist. Die Flächen c sind durchweg recht schmal.

	Gemessen:	Berechnet:
102 : 10$\bar{2}$ =	101° 10′	—
011 : 01$\bar{1}$ =	75 54	—
102 : 001 =	39 20½	39° 25′ 0″
011 : 001 =	52 3	52 3 0
110 : 102 =	59 58	59 57 25
110 : 011 =	61 0	60 59 15
102 : 011 =	61 37	61 38 4
100 : 102 =	50 41	50 35 0
100 : 110 =	38 5	37 57 22

Hieraus berechnet sich das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,78005 : 1 : 1,28225.$$

H_a *Li*-Licht = 56° 57′
Na- - = 57 40
Tl- - = 58 7

Die chemische Analyse ergab:

SrO	55,81%
CaO	0,51
SO_3	43,60
	99,92

Spec. Gew. = 3,9071.

4. Cölestin von Hacienda de Engato bei Moron
(3 km von Montellano südlich von Sevilla).

Dieser vollkommen wasserhelle Cölestin kommt ebenfalls mit krystallisirtem Schwefel vor und zeigt die Flächen von *m*(110), *c*(001), *d*(102), *o*(011), ausser welchen noch *p*(124) beobachtet wurde. Die dicksäulenförmigen Krystalle sind gleichfalls nach der Axe *a* gestreckt. *c* ist meist gebrochen oder facettirt, offenbar weil die meisten scheinbar einheitlichen Krystalle aus Aggregaten mehrerer nicht ganz parallel mit einander verwachsener Einzelkrystalle bestehen.

Die Flächen von *m* und *d* treten im Gleichgewicht auf; *d* ist uneben, entweder concav oder convex, *o* ist glatt und glänzend, *p* verhältnissmässig gross, eben, aber nicht glänzend.

	Gemessen:	Berechnet:
$011 : 01\bar{1}$	= 76° 2½′	—
$102 : 011$	= 61 24½	—
$110 : 1\bar{1}0$	= 76 16½	76°33′ 0″
$011 : 001$	= 51 55½	51 58 45
$110 : 102$	= 60 0	60 23 10
$110 : 011$	= 61 1½	60 47 5
$011 : 124$	= 26 46	26 46 33
$102 : 124$	= 34 38½	34 37 57
$110 : 124$	= 55 9½	55 17 23

Hieraus folgt das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,78924 : 1 : 1,27904.$$

H_a *Li*-Licht = 56° 36′
Na- - = 56 47
Tl- - = 57 46

Die Zusammensetzung dieses Cölestins ist folgende:

SrO	55,78%
CaO	0,50
SO_3	43,55
	99,83

Spec. Gew. = 3,9017.

In der folgenden Tabelle sind die Axenverhältnisse der vier Cölestinvarietäten dem bezüglichen Calciumgehalt gegenübergestellt.

		Calciumgehalt:
Coimbra	$a:b:c$ = 0,77894 : 1 : 1,28398	0,31%
Conil	0,78005 : 1 : 1,28225	0,36
Aust Ferry	0,78222 : 1 : 1,28113	0,17
Moron	0,78924 : 1 : 1,27904	0,35

Hieraus ist zunächst ersichtlich, dass in krystallographischer Hinsicht eine gewisse Gesetzmässigkeit zu herrschen scheint, indem nämlich bei zunehmender Grösse der Axe a der Werth der Axe c abnimmt.

Dagegen geht aus der Tabelle hervor, dass eine einfache Relation zwischen den chemischen und physikalischen Eigenschaften der betreffenden Cölestine nicht besteht. Es ist dies ein Ergebniss, dass, wie schon oben erwähnt wurde, vollkommen mit dem von Arzruni bei der Untersuchung anderer Cölestine erhaltenen Resultat im Einklang steht.

Berlin, Laboratorium der kgl. Bergakademie.

XXI. Ueber Krystalle aus dem Gestübbe der Bleiöfen in Mechernich, welche dem Mineral Breithauptit entsprechen.

Von

Albano Brand in Charlottenburg b. Berlin.

Auf einer Studienreise im Herbst 1885, auf welcher mich die nach mehreren Richtungen hin bedeutsamen Verhältnisse des »Mechernicher Bergwerks-Actien-Vereins« längere Zeit fesselten, fielen mir beim Ausbrechen eines Ofens, in welchem Antimonialblei geschmolzen war, im Gestübbe Krystalle von eigenthümlichem Habitus auf. Später zeigte sich, dass dieselben in allen Oefen vorkamen, weil das ausgebrochene Gestübbe — ein Thon aus dortiger Gegend — immer wieder gemahlen und neu verwendet wurde. Ein Schluss, ob dieselben sich ursprünglich beim Schmelzen von Hartblei gebildet haben, ist deshalb unmöglich.

Die Krystalle waren säulenförmig, 0,1—0,5 mm dick und 5—25 mm lang, theils einzeln auf Klüften oder eingesprengt vorkommend, theils in Aggregaten, vielfach verästelt. Sie waren spröde, hatten unebenen Bruch mit einzelnen Stellen, welche das Licht spiegelnd reflectirten. Die Härte war 5—5,5, das spec. Gew. über 8, die Farbe zwischen stahlblau und kupferroth, der Strich graubraun. Auf allen Säulenflächen zeigten sie Diamantglanz.

Ich sammelte von diesen Krystallen drei verschiedene Partien von drei verschiedenen Orten:

1) Langsäulenförmige, die sich auf einer Kluft im Gestübbe befanden;

2) gröbere und 3) feinere, ein dichtes Gewebe in Hohlräumen bildende.

Die qualitative Analyse zeigte das Vorhandensein folgender Elemente: Antimon, Kupfer, Blei, Nickel, Kobalt und zwar Antimon, nachdem Schwefelwasserstoffniederschlag, und Nickel, nach der grünen Solution zu urthei-

len, vorwiegend. Arsen war in so geringen Spuren vorhanden, dass es durch das empfindliche Reagenz von Gutzeit*) nur eben nachgewiesen werden konnte.

Die ersten quantitativen Bestimmungen richteten sich deshalb auf den Gehalt jener beiden Körper in den Krystallen 1. Die Krystalle 2 und 3 erhielt ich durch die Freundlichkeit des Chemikers Herrn Meyer beim »Mech. Berg.-Act.-Verein« erst später.

Verschiedene Posten dieser Krystalle 1 enthielten im Durchschnitt 53 % *Sb* und 26 % *Ni*; zusammen 79 %. Die an Sauerstoff ärmsten antimonsauren Salze mit Nickel würden über 23 % desselben enthalten; da nun hier auf die restirenden 21 % noch andere Körper kommen: Blei, Kupfer, Eisen, so kann von einem Sauerstoffsalz nicht die Rede sein.

Eine vollständige quantitative Analyse ergab folgende Mengen der Bestandtheile:

Für Krystalle 1. Analyse I.		Für Krystalle 2. Analyse II.	
Sb	52,65 %	*Sb*	47,22 %
Ni u. *Co*	26,22	*Ni* u. *Co*	29,96
Pb	15,23	*Pb*	9,61
Cu	0,81	*Cu*	3,73
Fe	1,62	*Fe*	2,37
	96,53		92,89

Aus diesen Daten sind keinerlei Schlüsse auf die stöchiometrische Zusammensetzung der Krystalle zu ziehen. Was gehört zur Bestandmasse derselben? was ist wesentlich, was unwesentlich? Eine Betrachtung mit der Lupe und dem Mikroskop zeigte, dass die Krystalle verunreinigt und zwar mit zahlreichen Wärzchen besetzt waren, welche meist aufgeschmolzen schienen. Eine mechanische Reinigung davon war bei der Kleinheit der Objecte unmöglich; die Löslichkeitsverhältnisse aber in Säuren boten eine Handhabe.

Die Krystalle hatten sich leicht in Salpetersäure — unter Ausscheidung von antimoniger Säure —, leichter noch in Königswasser gelöst. In Salzsäure schien sich wenig zu lösen; jedenfalls verloren die Krystalle erst bei anhaltendem Kochen mit concentrirter Salzsäure von ihrem hohen Glanz. Qualitativ fanden sich in dem in gewöhnlicher Salzsäure (spec. Gew. 1,12) Gelösten dieselben Bestandtheile, wie in der Lösung der Gesammtmasse.

Die Krystalle 2, als die bei weitem unreinsten, merzte ich aus. 0,5730 g der ungereinigten, sorgfältig ausgelesenen Krystalle 3, welche das hohe spec. Gew. von 8,66 hatten, wurden einige Stunden mit gewöhnlicher Salzsäure (spec. Gew. 1,12) gekocht. Die übrig bleibenden gereinigten Kry-

*) In salzsaurer Lösung einer Wasserstoffentwicklung ausgesetzt, giebt Arsen auf Filtrirpapier, welches mit concentrirter Höllensteinlösung getränkt ist, einen gelben Fleck.

stalle hatten das absolute Gewicht 0,3917 g und das spec. Gew. 8,21; die Auslaugung betrug demnach 0,1813 g.

Beide Theile wurden jetzt einer quantitativen Analyse unterworfen. Antimon bestimmte ich als antimonsaures Antimonoxyd; Blei als Bleisulfat; Kupfer als Halbschwefelkupfer; Eisen als Oxyd; Nickel und Kobalt zusammen zunächst als Metall. Ihre Trennung wurde nach der ebenso einfachen wie genauen Methode durch α-Nitroso-β-Naphtol*) bewirkt.

Es enthielten:

	Gereinigte Krystalle 3. Analyse III.		Auslaugung der Krystalle 3 mit Salzsäure. Analyse IV.
Sb	60,89 %	*Sb*	12,77 %
Ni	30,01	*Ni*	19,01
Co	0,11	*Co*	0,39
Pb	5,39	*Pb*	43,96
Cu	1,17	*Cu*	8,66
Fe	1,24	*Fe*	2,94
	98,81		87,73

Bei der Analyse IV sind die Substanzen ebenfalls als Metalle berechnet. Es fehlen 12,27 %, welche im Wesentlichen wohl einen Sauerstoffgehalt repräsentiren. Schwefel war auch in Spuren nicht nachweisbar. Wenn man berechnet, welchen Sauerstoffgehalt die vorhandenen Körper als Oxyde erfordern, so findet man 0,0263 g, während die 12,27 % (von 0,1813 g) nur 0,0223 g ausmachen. Danach scheinen die verunreinigenden Körper nur theilweise oxydirt, zum Theil in metallischer Form vorhanden zu sein, was durch die Entwickelung von Wasserstoffgas bei der Digestion mit Salzsäure bestätigt wurde. Auch das hohe spec. Gew. von 8,66 spricht für die Annahme, dass Blei oder Nickel — vielleicht beide — zum Theil in metallischem Zustande sich befanden.

Der besseren Vergleichung wegen sind die Mengen der Substanz auch noch in Procenten auf die ganze in Arbeit genommene Krystallmenge berechnet hinzugefügt:

	Analyse III auf 0,5730 berechnet.		Analyse IV auf 0,5730 berechnet.
Sb	41,62 %	*Sb*	4,04 %
Ni	20,49	*Ni*	6,00
Co	0,07	*Co*	0,12
Pb	3,69	*Pb*	13,90
Cu	0,79	*Cu*	2,73
Fe	0,85	*Fe*	0,93
Ausgelaugt	31,64	Rückstand	68,36
	99,15		96,08

*) Ber. d. d. chem. Ges. **18**, Heft 5. Von M. Ilinski u. G. v. Knorre.

Diese Analyse ergab, dass wesentlich Blei, Kupfer und Eisen ausgelaugt waren; doch blieb die Menge dieser Körper bei dem ausgelaugten Rückstand noch zu bedeutend, um einen sicheren Schluss zu gestatten.

Es wurden deshalb eine grössere Menge der Krystalle 1, welche dem Aussehen nach die reinsten waren, sorgfältig mit der Lupe ausgelesen und eine ganze Woche bei ca. 70° C. mit verdünnter Salzsäure digerirt. Dieses Quantum wog 0,7596 g und hatte vor der Reinigung das spec. Gew. 8,69; nach derselben waren übrig geblieben 0,6156 g mit dem spec. Gew. 8,09; ausgelaugt waren also 0,1440 g.

Die beiden Theile wurden wie vorher der Analyse unterworfen, welcher ich noch die Berechnung auf die ursprüngliche Substanzmenge beifüge.

Es enthielten:

	0,6156 g gereinigte Krystalle 1. Analyse V.		0,1440 g Auslaugung von 0,7596 g der Kryst. 1. Analyse VI.
Sb	65,46 %	*Sb*	9,53 %
Ni	29,67	*Ni*	21,61
Co	1,12	*Co*	0,47
Pb	1,39	*Pb*	53,78
Cu	0,16	*Cu*	1,86
Fe	1,45	*Fe*	3,17
	99,25		90,42

	Analyse V auf 0,7596 berechnet.		Analyse VI auf 0,7596 berechnet.
Sb	53,03 %	*Sb*	1,80 %
Ni	24,01	*Ni*	4,09
Co	0,91	*Co*	0,09
Pb	1,12	*Pb*	10,19
Cu	0,12	*Cu*	0,35
Fe	1,18	*Fe*	0,60
Auslaugung	18,96	Rückstand	81,04
	99,33		98,16

Bei der Analyse der Auslaugung (Analyse VI) fehlen hier 9,58 %, welche im Wesentlichen den Sauerstoffgehalt darstellen. Bei der Berechnung der Sauerstoffmenge, welche die Metalle in Analyse VI als Oxyde erfordern, findet man 0,0199 g, während 9,58 % von 0,1440 g nur 0,0138 g ausmachen, was denselben Schluss wie vorher rechtfertigt.

Die Analysen V und VI lassen die wahre Constitution der Krystalle genügend klar als Antimonnickel — *NiSb* — erkennen. Dasselbe enthält theoretisch 67,41 % *Sb* und 32,59 % *Ni* gegenüber dem Verhältniss der Analyse V:

$$65,46\ Sb : 30,79\ Ni + Co = 67,41\ Sb : 31,71\ Ni + Co.$$

Das an Nickel und Kobalt fehlende ca. 0,9 % ist vielleicht durch Eisen vertreten, wie denn auch die Hartnäckigkeit, mit der das Eisen bei der Digestion mit Salzsäure an der Substanz festhält, es wahrscheinlich macht, dass es theilweise zur Bestandmasse der Krystalle gehört.

Es mag noch darauf hingewiesen sein, dass das Verhältniss von Nickel und Kobalt in dem ausgelaugten Theil der Krystalle ein ganz verschiedenes war, wie im Rückstand:

Analyse III; Rückstand.	Analyse IV; Auslaugung.
$Ni : Co = 30{,}01 : 0{,}11$	$Ni : Co = 19{,}01 : 0{,}39$
$Co = 0{,}36\,\%$ von Ni	$Co = 2{,}05\,\%$ von Ni.
Analyse V; Rückstand.	**Analyse VI; Auslaugung.**
$Ni : Co = 29{,}67 : 1{,}12$	$Ni : Co = 21{,}61 : 0{,}47$
$Co = 3{,}77\,\%$ von Ni	$Co = 2{,}18\,\%$ von Ni.

Diese Verschiedenheit des Kobaltgehaltes deutet ebenfalls darauf hin, dass die durch Salzsäure in Lösung gebrachte Masse von der Krystallmasse durchaus verschieden ist.

Bei der Messung*) wurden sämmtliche Individuen als wohlausgebildete hexagonale Prismen erkannt. Die Endflächen dagegen zeigten sich dürftig entwickelt und ihre Lage gegen die Prismenflächen, welch' letztere am Reflexionsgoniometer mit Websky'schem Spalt ausgezeichnete Reflexe gaben, war nur durch Schimmermessung zu ermitteln.

Es wurden nur Flächen beobachtet, welche auf eine holoëdrische Gestalt schliessen liessen, während dieselbe nach den Untersuchungen von James D. Forbes**) und Anderen in Wirklichkeit rhomboëdrisch ist.

Beobachtet wurde in einem Falle eine Pyramide mit dem Seitenkantenwinkel 53° 5'; dagegen an mehreren Krystallen, welche zwei benachbarte Pyramidenflächen besonders stark entwickelt hatten, im Durchschnitt zahlreicher Messungen eine Pyramide mit dem Seitenkantenwinkel 67° 20' und dem Endkantenwinkel 49° 0'.

Die erstere Pyramide entspricht nach A. Breithaupt***) dem Zeichen $(20\bar{2}1)2P$; das aus der Messung gefundene Axenverhältniss ist $a : c = 1 : 1{,}7338$ gegen das aus der Grundpyramide P abgeleitete $1 : 0{,}8585 \cdot 2 = 1 : 1{,}7170$.

Die andere Pyramide ist $(30\bar{3}2)\frac{3}{2}P$, welche 1840 von Breithaupt nur bei Antimonnickel in der Reihe der Pyrotine aufgefunden wurde. Das Axenverhältniss aus der Grundpyramide nach den Breithaupt'schen Win-

*) Dieselbe nahm ich unter Leitung des Herrn Dr. Andr. Fock, Docent a. d. Berl. Univers., vor, welchem ich für den mir bei dieser Gelegenheit ertheilten Unterricht im praktischen Krystallmessen zu Dank verpflichtet bin.

) Philos. Magazin, 3. Serie, **17, 8.

***) Pogg. Ann. 1840, **51**, 507.

keln abgeleitet, ist $a : c = 1 : 0,8585 \cdot \frac{3}{2} = 1 : 1,2878$; aus dem gemessenen Endkantenwinkel berechnet es sich $a : c = 1 : 1,2853$; aus dem gemessenen Seitenkantenwinkel $a : c = 1 : 1,3002$.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich auf einen Irrthum in dem Lehrbuche von Naumann-Zirkel aufmerksam machen. In der elften Auflage — S. 294 — unter Antimonnickel, ist der Seitenkantenwinkel der Grundpyramide $P = 86^0\,56'$ und dazu das Axenverhältniss $a : c = 1 : 0,8585$ angegeben. Dem Winkel $86^0\,56'$ entspricht ein A.-V. $a : c = 1 : 0,8209$, und $a : c = 1 : 0,8585$ entspricht umgekehrt ein Seitenkantenwinkel von $89^0\,29'$, welch letzterer mit den Angaben von Breithaupt nahe übereinstimmt. Die Winkelangabe ist also wohl irrthümlich. — Die zehnte Auflage des genannten Buches — S. 291 — giebt für die Grundpyramide einen Seitenkantenwinkel von $112^0\,10'$ bei demselben Axenverhältniss von $1 : 0,8585$. Hier liegt ebenfalls ein Irrthum vor, denn dies ist der Seitenkantenwinkel der Pyramide $\frac{3}{2}P$.

Charlottenburg, Juni 1886.

Metallurgisches Laboratorium d. kgl. techn. Hochschule.

XXII. Ueber Botryogen.

Von

J. Hockauf in Wien.

(Mit 4 Holzschnitten.)

Literatur.

J. J. Berzelius, Analys af ett fossilt salt från Fahlu grufva, och Insjö sänkning, in Afhandlingar i Fysik etc. af J. G. Gahn och J. Berzelius 1815, **4**, 307.

J. J. Berzelius, Lehrbuch der Chemie, **4**, 1835, S. 441.

Hausmann, Reise durch Skandinavien, 1818, **5**, S. 95.

W. Hisinger, übersetzt von Wöhler, Mineralogische Geographie von Schweden, 1826, S. 39.

Haidinger, Ueber Botryogen oder den rothen Eisenvitriol von Fahlun, in Pogg. Ann. d. Phys. u. Chem. 1828, **12**, 491.

Mohs-Zippe, Naturgeschichte des Mineralreiches, 1839, **2**, S. 48.

Hausmann, Mineralogie, 1847, **2**, II, S. 1200.

Philipps-Miller, Mineralogy, 1852, p. 551.

Quenstedt, Handbuch der Mineralogie, 1863, S. 530.

Dana, Mineralogy, 1868, S. 657.

A. Schrauf, Atlas d. Krystallformen, 1877, Taf. XXXVI.

J. Blaas, Beiträge zur Kenntniss natürlicher wasserhaltiger Doppelsulfate, Sitzb. d. k. Wiener Akad. 1883, **87**, I. 141.

J. Blaas, Ueber Roemerit, Botryogen etc., Sitzber. d. k. Wiener Akad. 1883, **88**, I. 1133.

Botryogen gehört zu jenen Mineralien, für welche die charakteristischen Eigenschaften sowohl in morphologischer als auch in chemischer Hinsicht bis jetzt nur annähernd bestimmt sind. Mein verehrter Lehrer, Herr Professor Schrauf, Vorstand des mineralogischen Universitäts-Museums in Wien, überliess mir nun in bereitwilliger und zuvorkommender Weise Material vom Botryogen zur Untersuchung und gestattete auch, in einzelne von ihm schon vor Jahren gemachte Notizen über dieses seltene Mineral Einsicht zu nehmen. Hiefür und auch für die Rathschläge und die Unter-

stützung, welche er mir bei dieser Arbeit zu Theil werden liess, sage ich ihm an dieser Stelle meinen tiefinnigsten Dank. Im Nachfolgenden erlaube ich mir die Resultate meiner Untersuchung vorzulegen.

§ 1. Geschichtliches und Vorkommen. Die Species Botryogen oder rother Eisenvitriol ward von Berzelius aufgestellt. Er sagt in seinem Lehrbuche der Chemie: »In der Kupfergrube zu Fahlun ist ein rothes Salz in grossen Stalaktiten gefunden worden, welches aus kleinen, durchscheinenden Krystallen gebildet und »mechanisch« mit schwefelsaurer Talkerde vermengt war.« Die Analyse und Beschreibung von diesem Mineral gab er im Jahre 1815; leider war mir die Originalarbeit hierüber nicht zugänglich. Von Haidinger, welcher durch Berzelius und Pohlheimer Originalstücke dieses Minerales erhalten hatte, wurde 13 Jahre später eine umfassendere Beschreibung gegeben, welche sich bis auf den heutigen Tag als die einzige Arbeit über dieses seltene und interessante Ferrisulfat behauptete. Er machte auf die äussere Formentwickelung und die Neigung des Salzes, seine Krystalle in traubigen Gestalten anzuordnen, aufmerksam. Miller hat später die krystallographischen Angaben Haidinger's, ohne die Discordanz derselben zu verbessern, auf andere Flächensymbole bezogen. In jüngster Zeit wurden von Blaas an kleinen Botryogenkrystallen, welche er aus dem Wiener Hofmineraliencabinete bezogen hatte, Messungen vorgenommen, die im Wesentlichen mit Haidinger's Angaben übereinstimmen. — Bei Haidinger lesen wir in Betreff des Fundortes: »Es findet sich in dem Mellanrums-Ort in der grossen Kupfergrube zu Fahlun als Ueberzug auf Gyps oder Schwefelkies, mit Bittersalz, basisch schwefelsaurem Eisenoxydul und dem gewöhnlichen schwefelsauren Eisenoxydul.« Bei Hausmann wird wie auch im Titel der Arbeit von Berzelius als Fundort das Insjö-Gesenk der Fahluner Kupfergrube angegeben. Nach Leonhard's Handwörterbuch findet sich der rothe Eisenvitriol in Schweden: »Darlekarlien, Stora-Kopparbergskirchspiel: Finbo, tropfsteinartige Gestalten auf Erzlagerstätten, als Efflorescenz auf Eisenkies. In Italien bei Neapel: Vesuv, im Gemenge mit salzsaurem Kupfer.« Erstere Angabe bezieht sich offenbar auf das bekannte Vorkommen zu Fahlun; die Richtigkeit der letzteren ist noch nicht erwiesen.

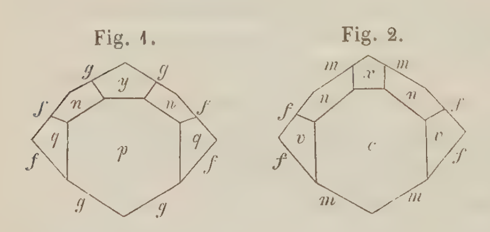
§ 2. Morphologische Details. Das betreffende Handstück des mineralogischen Museums, welches von mir näher untersucht wurde, trägt die Signatur 5780. Es wurde im Jahre 1877 von Herrn Professor Schrauf für das Museum aus dem Nachlasse des Hofrathes Haidinger angekauft und ist vielleicht eines jener Originalstücke, welche einst Haidinger selbst mit Material zu seiner Untersuchung versorgten. In Folge der langen Aufbewahrungszeit hat dasselbe seine volle Frische nicht bewahrt, sondern sich zum grössten Theile mit einem feinen, schmutzigweissgelben Pulver überzogen. Diese partielle Verwitterung hat sich nur auf die Oberfläche

erstreckt, während der innere Theil, der Kern des Stückes, noch wohl erhalten ist. Uebrigens erwähnt schon Haidinger, dass Botryogen sich an feuchter Luft mit einem schmutziggelben Ueberzuge beschlägt, an trockner Luft indess ganz unverändert bleibt.

Das vorliegende Stück lässt in ausgezeichneter Weise die traubige Structur mit kleinen Beeren von ungefähr ½ cm Durchmesser erkennen. Diese Beerenentwicklung beruht auf der für Botryogen charakteristischen Eigenschaft, divergentstrahlige Faserbündel zu bilden. Jedes solche Faserbündel besteht aus einer Gruppe von Krystallen, die ihre Enden, welche vorzugsweise $0P$ zeigen, nach aussen wenden und so die Gestalt einer Beere oft recht täuschend nachahmen.

Die kleinen, isolirt aufgewachsenen Krystalle sind hell, durchsichtig, 1—2 mm lang, ½ mm im Durchmesser, die grösser entwickelten, bei welchen die Basisfläche 1½—2 mm im Durchmesser beträgt, trüb und undurchsichtig. Die Formen der mir vorliegenden Krystalle sind einfach. Basis und die Flächen zweier Prismen konnten an jedem Krystall beobachtet werden. Von den übrigen durch Haidinger notirten Flächen liess sich nur die Klinodomenfläche (q Haidinger) an einzelnen gut ausgebildeten Krystallen nachweisen, und zwar wurde dieselbe immer nur auf einer Seite auftretend bemerkt. Die Flächen der negativen Quadranten, welche für die Aufklärung gewisser Verhältnisse eine grosse Bedeutung hätten, konnten nicht beobachtet werden.

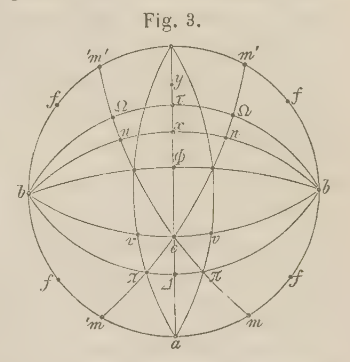
§ 3. Flächenbezeichnung. Miller hat die ursprünglichen Indices von Haidinger geändert, $q(012)$ Haidinger wird bei Miller $v(023)$. Diese Aenderung wäre zweckentsprechend, wenn Miller hiebei die Flächenbezeichnung der negativen Quadranten in bessere Uebereinstimmung zu den Haidinger'schen Angaben gebracht hätte. Die wichtigsten Differenzen betreffen die Pyramide und das Orthodoma. Beim Vergleich nebenstehender Figuren, Fig. 1 nach Haidinger's Fig. 4, Fig. 2 nach Miller's Fig. 545 ergiebt sich, dass



bei Miller wegen der angegebenen Indices eine Zone der Flächen n, x, n' vorhanden sein muss, während in der von Haidinger's Hand herrührenden Zeichnung (Fig. 1) das Doma y nicht in der Zone der Grundpyramide n liegt. Dieser bedeutende Unterschied bei Haidinger und Miller lässt eher auf einen Rechnungsfehler, auf eine durch die Beobachtung nicht erwiesene Winkelzahl, als auf einen Fehler in der Zeichnung bei dem in so hervorragenden Maasse entwickelten Formensinn Haidinger's schliessen. Letztere Ansicht wird noch mehr begründet, weil Zeichnung und Indices

bei Haidinger vollkommen aufeinander passen und seine Angaben unverändert in die Mineralogie von Mohs-Zippe, welche zu seiner Lebzeit erschien und die er jedenfalls gekannt hat, übergegangen sind. Dieser grelle Unterschied zwischen Haidinger und Miller würde es sehr wünschenswerth erscheinen lassen, dass Flächen der negativen Quadranten der Beobachtung zugänglich wären; allein sie finden sich wahrscheinlich nur überaus selten und an dem mir vorliegenden Material konnten sie nicht bemerkt werden. Deshalb war es mir bei erneuerter Prüfung des Botryogen geradeso wie seiner Zeit meinem verehrten Lehrer bei Abfassung seines Atlas unmöglich, eine richtige Entscheidung zwischen den Angaben Haidinger's und Miller's zu treffen. Man muss vielmehr von einer Uebereinstimmung der Flächenbezeichnung der genannten Mineralogen absehen und beide Angaben getrennt der Rechnung unterziehen. — Nachfolgende Flächentabelle (vergl. Projection Fig. 3) soll eine Uebersicht über die von Haidinger, Miller und dem Autor gebrauchten Buchstaben und Indices geben. Die wirklich vom Autor gemessenen Flächen tragen einen Stern, jene, welche nicht beobachtet wurden, deren Indices aber für die Rechnung nothwendig sind, erscheinen in der Tabelle durch einen Strich neben dem Buchstaben markirt. Die Columne 2 bezieht sich auf die von Miller eingeführten Buchstaben und Indices; Columne 3 enthält die Indices, basirt auf die Grundannahmen Haidinger's. Der Vergleich der letzteren zwei Columnen lässt auch den Unterschied der Flächenbezeichnung deutlich erkennen.

Fig. 3.



Autor:	Miller:	Haidinger:
— *a*	— (100)	— (100)
**b*	*b* (010)	*u* (010)
**c*	*c* (001)	*P* (001)
**m*	*m* (110)	*g* (110)
**f*	*f* (120)	*f* (120)
**v*	*v* (023)	*q* (012)
— *Δ*	— (203)	— (102)
— *π*	— (223)	— (112)
— Ω_n	— $(\bar{4}43)$	*n* $(\bar{1}11)$
— *n*	*n* $(\bar{1}11)$	— $(\bar{3}34)$
— *Φ*	— $(\bar{2}03)$	— $(\bar{1}02)$
— *x*	*x* $(\bar{1}01)$	— $(\bar{3}04)$
— *τ*	— $(\bar{4}03)$	— $(\bar{1}01)$
— *y*	— $(\bar{2}01)$	*y* $(\bar{3}02)$

Für die vorliegende Arbeit wurden die in der Columne »Autor« angegebenen Buchstaben benutzt; dem Leser bleibt es dabei frei gestellt, die ihm genehm scheinenden Indices nach Haidinger oder Miller zu acceptiren.

§ 4. Parameterverhältniss. Bevor die von mir gemachten Messungen angeführt werden, sind noch die bisher vorliegenden Beobachtungen auf ihre Concordanz zu prüfen und das aus ihnen folgende Axenverhältniss anzugeben. Doch kann schon jetzt hervorgehoben werden, dass sowohl meine ausführlichen Messungen, wie auch jene von Blaas mit den ursprünglichen Beobachtungen Haidinger's innerhalb mässiger Fehlergrenzen zusammenfallen. Haidinger erwähnt, dass die Krystalle unvollkommen gebildet waren und seine Winkel in Folge dessen »nicht mehr als Annäherungen innerhalb zehn Minuten sein könnten«. Eine gleiche Fehlergrenze mag für das daraus abgeleitete Axenverhältniss bestehen. Bei Haidinger findet man auch Winkel der negativen Quadranten angegeben, allein bei genauem Studium des betreffenden Wortlautes zeigt sich, dass er hiefür nur »gerechnete« Winkel angiebt. Er sagt ausdrücklich: »Aus der Messung der Kanten zwischen P und q, P und g und zwischen g und g erhielt ich folgende Winkel«. Auf diese Haidinger'schen drei Messungen ist die folgende Rechnung und Winkeltabelle basirt:

$$cm = Pg = 66^0 23'$$

$$bm = \frac{gg}{2} = 59 \quad 58$$

$$cv = Pq = 19 \quad 30$$

Hieraus folgt:

$$\sphericalangle mca = 33^0 \quad 6' \, 38''$$
$$\sphericalangle vac = 21 \quad 46 \quad 29$$
$$ac = 62 \quad 26 \quad 8$$

Das berechnete Axenverhältniss nach Haidinger'schen Indices ist

$$a : b : c = 0,6521544 : 1 : 0,7989196$$
$$\beta = 117^0 \, 33' \, 52'';$$

nach Miller's Indices geben obige Prämissen hingegen

$$a : b : c = 0,6521 : 1 : 0,59919$$
$$\beta = 117^0 \, 33' \, 52''.$$

Letzteres Verhältniss hat Prof. Schrauf in seinem Atlas Taf. 36 bereits angegeben.

Flächen:	Indices bezogen auf die Messungen Haidinger's:	Berechnete Winkel:	
bm	= 010 : 110	59° 58′ 0″	
bf	= 010 : 120	40 51 19	
fm	= 120 : 110	19 6 41	
cm	= 001 : 110	66 23 0	
cf	= 001 : 120	72 22 47	
ac	= 100 : 001	62 26 8	
cv	= 001 : 012	19 30 0	
av	= 100 : 012	64 8 17	
mv	= 110 : 012	56 59 43	
fv	= 120 : 012	57 27 52	
$m'v$	= $\bar{1}$10 : 012	102 9 20	
$f'v$	= $\bar{1}$20 : 012	91 53 0	
$c\Omega_n$	= 001 : $\bar{1}$11	71 31 40	Combination ny nach Haidinger.
$\tau\Omega_n$	= $\bar{1}$01 : $\bar{1}$11	31 12 14	
ay	= 100 : $\bar{3}$02	32 48 49	
cy	= 001 : $\bar{3}$02	84 45 3	
ax	= 100 : $\bar{3}$04	62 46 39	Combination nx nach Miller.
cx	= 001 : $\bar{3}$04	54 47 13	
cn	= 001 : $\bar{3}$34	59 24 36	
bn	= 010 : $\bar{3}$34	61 57 3	
nx	= $\bar{3}$34 : $\bar{3}$04	28 2 57	
$c\Delta$	= 001 : 102	46 43 55	
$a\pi$	= 100 : 112	41 35 53	
$c\pi$	= 001 : 112	26 47 53	
$a\Sigma$	= 100 : $\bar{1}$12	81 4 59	
$c\Sigma$	= 001 : $\bar{1}$12	42 8 7	
$a\Phi$	= 100 : $\bar{1}$02	80 24 37	
$c\Phi$	= 001 : $\bar{1}$02	37 9 15	
$a\tau$	= 100 : $\bar{1}$01	49 18 27	
$c\tau$	= 001 : $\bar{1}$01	68 15 25	

Haidinger-Miller haben, wie aus nachstehendem Vergleiche ersichtlich wird, die Winkel für die negativen Quadranten nicht durch Beobachtung, sondern durch approximative Rechnung erhalten; sie stimmen daher auch nur annähernd. Uebrigens decken sich Haidinger's Winkel der negativen Flächen gar nicht mit seinen Indices, aber auch die von Miller angegebenen Winkel sind nur annähernd in Ueberstimmung mit den aus Haidinger's Messungen sich ergebenden Winkeln zu bringen. Folgende Zusammenstellung möge die Unterschiede veranschaulichen:

Haidinger s Winkel:	Miller's Winkel:	Gerechnete Winkel:
$yP = 125^0 31'$	$xc = 54^0 29'$	$54^0 47{,}'2$
$nn = 125\ 22$	$bn = 62\ 41$	$61\ 57$

Es darf auch nicht unerwähnt bleiben, dass sich in Miller's Mineralogy in der ersten für die Charakteristik bestimmten Zeile gerade nur falsche Winkelangaben finden, nämlich

$$101 : 100 = 63^0\ 5'$$
$$111 : 010 = 62\ 41$$
$$101 : 001 = 54\ 29$$

Hieraus würde sich das Axenverhältniss mit

$$a_m : b_m : c_m = 0{,}63457 : 1 : 0{,}57926$$

berechnen. Aber dieses nach Miller's Angaben berechnete Axenverhältniss*) ist nach dem Obengesagten mit einem Fehler behaftet, welcher bis in die zweite Decimalstelle geht.

§ 5. Winkelmessung. Zur goniometrischen Untersuchung benutzte ich vier schön ausgebildete Krystalle, deren Grösse 2 mm nicht überstieg. An zweien dieser Krystalle waren die Prismen- und die Basisfläche so klein ausgebildet, dass nur Schimmermessungen möglich waren. Die beiden anderen Krystalle, welche ich mit 2 und 4 bezeichne, hatten nebst Prismen- und Basisfläche auch noch die domatische Fläche v entwickelt. Diese Flächen gaben deutlich wahrnehmbare Reflexe, weshalb die Resultate von den beiden Krystallen am besten geeignet sind, über die Winkelverhältnisse im vorderen Quadranten Aufschluss zu geben. Im Nachstehenden stelle ich die gemachten Messungen sammt den mittleren Beobachtungsfehlern derselben für diese beiden Krystalle zusammen und füge zugleich die auf die Angaben Haidinger's basirten gerechneten Winkel bei. Die oft bedeutenden mittleren Beobachtungsfehler erklären sich daraus, dass die Reflexe und Schimmer, wenn auch sichtbar, doch immer verschwommen und mehrfach waren; nur einzelne Flächen reflectirten das helle Signalkreuz vollkommen einfach und unverzerrt.

---

*) Nach Vollendung der Arbeit erschien: Goldschmidt, Index der Krystallformen der Mineralien, 1. Lief. Auf S. 105 giebt der Verf. als Beispiel der benutzten Berechnungsmethode das Parametersystem des Botryogen. In der Columne 8 findet sich als Resultat

$$a_g : b_g : c_g = 0{,}6522 : 1 : 0{,}5953$$

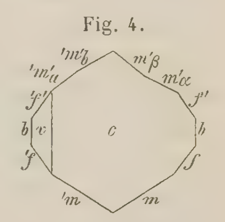
angegeben. Der Autor versichert, dass diese Zahlen sich auf die Messungen von Haidinger beziehen. Leider trifft dies nicht zu, denn der Verf. hat augenscheinlich Winkel und Indices nach Miller citirt. Daher sind in die von Goldschmidt benutzte Prämisse die oben angeführten Ungenauigkeiten der Miller'schen Angaben übergegangen und das vom genannten Autor berechnete Parametersystem hat sohin nur als Rechnungsbeispiel einen Werth.

Die Zahl der Messungen betrug für jeden Winkel zehn.

Flächen:	Krystall:	Beobacht.:	Mittlerer Fehler der Beobacht.:	Berechnung:
$c'm$	2	66° 4′	± 34′	66° 23′
$c'm_b'$	2	113 58	± 41	113 37
cm'	2	112 49	± 28	113 37
$c'm'$	4	113 39	± 65	113 37
cv	2	19 38	± 11	19 30
$c'f'$	2	108 13	± 28	107 37
$v'm$	2	56 1	± 82	56 59
$v'f'$	2	91 54	± 42	91 53
$'f'm_\beta'$	2	79 20	± 3	79 11
mm'	4	119 54,5	± 2	119 56

Aus dieser Tabelle ist zu ersehen, dass die gemessenen Winkel innerhalb jener Fehlergrenze, welche schon Haidinger angiebt, mit den berechneten ziemlich übereinstimmen. Es würde sich daher kaum lohnen, das nach den Haidinger'schen Winkelwerthen berechnete Coordinatensystem verbessern zu wollen, wenigstens solange nicht, als man das monokline System beibehält. Nur Messungen von Flächen im negativen Quadranten würden es ermöglichen, ganz genaue Bestimmungen in Betreff des Systems und des Axenverhältnisses zu bekommen.

Fig. 4.



Bemerkt muss noch werden, dass die Krystalle des Botryogen keineswegs so einfach gebaut sind, als man aus diesen Messungen schliessen könnte. Besonders sind die Krystalle auf den Prismenflächen höchst mannigfaltig gebildet (vergl. Fig. 4). Sie zeigen, wie schon hervorgehoben wurde, eine hypoparallele Vereinigung von Individuen, welche, wenn man das monokline System als zweifellos annimmt, durchaus keine sicheren Beobachtungen zulassen oder solche höchstens zufällig liefern.

§ 6. Winkeldifferenzen. Analogien mit Anorthit. Winkel, welche den Einfluss derartiger hypoparalleler Vereinigungen veranschaulichen, sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt.

Flächen:	Krystall:	Beobacht.:	Mittlerer Fehler der Beobacht.:	Monoklin gerechneter Werth:
$c'm_a'$	2	110° 25′	± 41′	113° 37′
cm	4	69 18	± 10	66 23
$m_\beta' m_\alpha'$	2	3 54	± 8	—
$'f'm_a'$	2	16 51	± 2	19 7
$'f'm_b'$	2	18 6	± 2	19 7
$'f'm_\alpha'$	2	75 26	± 11	79 11
$m_\alpha'f'$	2	20 59	± 3	19 7

Die Winkel $c'm'_a = 110^0 25'$ und $cm = 69^0 18'$ deuten eine kleinere Neigung $\infty P : 0P$ an. Die Winkel zwischen $'f'$ und $'m'_a$ mit $16^0 51'$, $'f'$ und $'m'_b$ mit $18^0 6'$ und m'_a zu f' mit $20^0 59'$ sind unter der Annahme eines monoklinen Systems ganz und gar unmöglich. Nach der von Herrn Professor Schrauf*) angegebenen Zonenformel, welche gestattet, aus den Winkeln zweier durch ihre Indices bestimmten Flächen die Winkel dieser Flächen zum Pinakoid zu berechnen, müsste dann sein

$$bm = 68^0 13', \text{ wenn } mf = 16^0 51'$$
$$bm = 64\ 46\ , \text{ wenn } mf = 18\ \ 6$$

ist. Es ergeben sich also für bm Zahlen, welche viel zu gross sind, um als möglich angenommen zu werden. $mf = 20^0 59'$ ist überhaupt für den Winkel (110):(120) in einer Zone, welche durch zwei orthogonale Axen geht, ganz unmöglich.

Anders dagegen würde sich das Verhältniss gestalten, wenn man für Botryogen ein triklines System und Zwillingsstellung einzelner Flächensegmente voraussetzen könnte. Schon Quenstedt erwähnt in seiner Mineralogie, dass die Winkel des Botryogen »dem Feldspath nahe stehen«. Ein Vergleich mit Anorthitwinkeln, den ich auf freundlichen Rath des Herrn Professor Schrauf anstellte, gab recht interessante Aufschlüsse. Die scheinbar unerklärbaren Winkel der letzterwähnten Tabelle zeigen eine grosse Uebereinstimmung mit Winkeln von Flächen der vorderen Hälfte des Anorthites. Es sind dies (110), (1$\bar{1}$0), (120), (1$\bar{2}$0), (001) und einzelne Flächen der Prismen (110), (120) in Zwillingsstellung nach dem Albitgesetz.

	Anorthit gerechnet:	Botryogen beobachtet:
(001):(110)	= 66° 53′	66° 4′
(001):(1$\bar{1}$0)	69 20	69 18
(110):(120)	18 10	18 6
(1$\bar{1}$0):(1$\bar{2}$0)	20 1	20 59
(110):$\underline{(1\bar{2}0)}$	15 39	16 51
$\underline{(1\bar{1}0)}$:(1$\bar{2}$0)	75 9	75 26
(110):$\underline{(1\bar{1}0)}$	4 22	3 54

Ich erwähne, dass bei Anorthit (010)(120) = 39° 54′, (0$\bar{1}$0)(1$\bar{2}$0) = 42° 25′ beträgt. Die übrigen Anorthitwinkel sind nach Des Cloizeaux citirt. Die in Zwillingsstellung gedachten Flächen wurden in obiger Vergleichstabelle durch einen Querstrich unter dem Symbol kenntlich gemacht und im Symbol deren primäre Lage gegen das Hauptindividuum durch ± Indices markirt.

Die Zahlen in dieser Tabelle gestatten bei ihrer grossen Aehnlichkeit die Hypothese, dass die Differenzen der Winkelwerthe bei Botryogen verständlich und erklärlich werden, wenn wir dieses Mineral auf ein triklines

*) Vergl. Schrauf, »Zonenformel«, diese Zeitschr. **12**, 175.

dem Anorthit ähnliches Parametersystem bezögen. Hiermit würde auch das einseitige Auftreten von *q* im Einklang sein (vergl. S. 242). Durch diese Worte will indess der Autor nur eine Idee angedeutet haben, welche die Bahn vorzeichnen möge, in welcher sich künftige Untersuchungen zur Klarlegung der Verhältnisse bewegen könnten. Auf Grund der nachfolgenden optischen Untersuchung konnte jedoch für die Annahme des triklinen Systems kein zwingender Beweis erbracht werden.

§ 7. Optische Untersuchung. Die kleinen Krystalle sind in der Richtung senkrecht zum Prisma durchsichtig und können wenigstens für diese Richtung unter dem Mikroskope geprüft werden. Sie zeigen Dichroismus und zwar ist die Axenfarbe für Schwingungen parallel der Prismenkante nach Radde's Farbenscala orange, 5, *o*, senkrecht zu dieser Kante *mm'* orangegrau, 34, *u*. Die Auslöschungsschiefe gegen die Kante *mf* betrug auf der Fläche *f* im Mittel 1° 9'. Bei der hierauf vorgenommenen Neueinstellung durch eine Umdrehung um die Axe des Prisma betrug dieselbe 50' im Mittel. Im Allgemeinen kann behauptet werden, dass die Hauptschwingungsrichtung nahezu mit der verticalen Kante des Prisma zusammenfällt. Das Gesichtsfeld war sonst einheitlich; es zeigte sich keine Andeutung von Zwillingsstreifen. Es ist also mehr auf die hypoparallele Verwachsung der Individuen als auf trikline Zwillingsbildung das Gewicht zu legen.

Bei Anwendung des Condensor bemerkt man am oberen Rande der *f*-Fläche einen schwarzen Balken, der die Annahme zulässt, dass die Lage der Axenebene fast senkrecht gegen die Prismenfläche ist. Plättchen circa parallel zu 0*P* zeigten nichts Distinctes; an zahlreichen anderen durch Bruch gewonnenen mikroskopisch kleinen Fragmenten zeigten sich wohl am Rande des Gesichtsfeldes schwarze Balken, doch konnten diese, weil zu undeutlich, nicht benutzt werden, um durch sie geleitet die Lage der optischen Axen aufzusuchen.

§ 8. Chemischer Charakter. Wasser- und *FeO*-Bestimmung. Zur qualitativen Untersuchung wurde theils ockergelbe, bröcklige Substanz, welche sich leicht zu Pulver zerkleinern liess, theils frisches, hyazinthrothes Material genommen. Die Resultate waren im Wesentlichen die gleichen.

In kaltem Wasser ist Botryogen nur wenig löslich, nach längerem Erwärmen geht derselbe zum Theil in Lösung, nur ein braunrothes Pulver bleibt in Suspension, welches sich erst in kalter Salzsäure langsam auflöst. Schwefelsäure enthaltendes Wasser zersetzt die Substanz sehr schwer; die frischrothen Fragmentchen überziehen sich in diesem Reagens mit einem gelben feinen Pulver, welches allmählich aufgelöst wird. Es bleibt ein geringer schmutziger Rückstand übrig, welcher als Gyps gedeutet ward.

Die qualitative Probe ergab Eisen, Kalk, Magnesia, letztere in bedeu-

tender Menge. Die Prüfung auf Zink war resultatlos. Haidinger giebt in seiner Abhandlung über das Verhalten des Botryogen vor dem Löthrohr und gegen Salpetersäure nähere Details. Erwähnenswerth wäre die Prüfung auf Eisen aus seiner Abhandlung: »Wenn man das Salz mit kaustischem Ammoniak übergiesst und in einem zugestopften Glase digerirt, so wird die Säure ganz ausgezogen, und das Eisen bleibt als ein schwarzes, wenig grünliches Pulver zurück. Dieses Metall ist daher nicht als reines Oxyd, sondern als Oxydul-Oxyd in dem Salze enthalten, welches im freien Zustande schwarz und in der Auflösung roth ist.«

Die Wasserbestimmung des Botryogen habe ich bei zwei Mengen mit frischgeglühtem Bleioxyd, bei zwei anderen im Trockenapparate durchgeführt. Das Resultat giebt folgende Tabelle.

Mit Bleioxyd behandelt.

Substanzmenge in g:	Verlust in g:	Procente:
0,4894	0,1700	34,73
0,2009	0,0685	34,097

Die erste Substanz bestand aus ockergelbem, lufttrockenem Pulver, die zweite Menge aus lufttrockenem rothen, unzersetztem Material; sie bietet daher sicher in dem Procentgehalt des Wassers die grössere Genauigkeit. Doch ist der Unterschied beider Zahlen nur ein minimaler.

Im Trockenapparate längere Zeit erhitzte Substanz zeigt, dass bei einer Temperatur von 330° C. der gesammte Wassergehalt nahezu entweicht. Zur Erklärung der nachfolgenden Tabelle ist hinzuzufügen, dass die Temperatur jedesmal eine Stunde lang auf das im Trockenapparate befindliche Material wirken gelassen wurde.

Substanzmenge in g:	Gewogen nach Stunden:	Temperatur in Celsiusgraden:	Verlust in g:	Procente:
0,9138	1^h	100°	0,1300	14,226
	2^h	100	0,1745	19,099
	3^h	100	0,1950	21,340
0,6431	1^h	175	0,1694	26,341
	2^h	200	0,1855	28,844
	3^h	250	0,2059	32,015
	4^h	330	0,2071	32,204

Zur Bestimmung des Eisenoxydul wurde schöner hyazinthrother Botryogen in zwei Mengen I. 0,1238 g, II. 0,0984 g genommen. Gefunden wurden maassanalytisch

I. 2,0186 % *FeO*
II. 2,2408 % –

Die Substanz zur »quantitativen« Analyse war möglichst frei von dem Verwitterungspulver. Zwei Analysen wurden durchgeführt mit den Mengen

I. = 0,6431 g
II. = 0,9128 -

Die Methode der Untersuchung war die gewöhnliche. Schwefelsäure wurde als Baryumsulfat, Eisen als Oxyd, Calcium als Oxalat gefällt und als CaO und $CaSO_4$ gewogen, MgO als pyrophosphorsaure MgO bestimmt. In beiden Analysen zeigte sich in der ersten heissen Salzsäurelösung ein minimaler Rückstand, der bei weiterer Prüfung als ein eisenschüssiger Kaolin erkannt wurde. Die Resultate beider Untersuchungen stellen sich, wenn wir die früheren Bestimmungen von H_2O und FeO mit einbeziehen, in folgender Weise dar:

	I.	II.
SO_3	37,12	37,00
Fe_2O_3	18,31 (Fe₂O₃ + MnO)	16,69
MnO		1,93
FeO	2,24	2,24
CaO	0,75	1,06
MgO	7,91	7,40
H_2O	34,10	34,10
Rückstand	0,34	0,30
	100,77	100,72

Bei der Substanz I. wurde nicht mit Schwefelammon Mangan gefällt. Es liess sich jedoch im Eisenoxyd nachweisen, so dass die grössere Menge von Eisenoxyd, welche im Gegensatz zur Analyse II. erhalten wurde, auf dem mitgefällten Mangangehalt beruht.

Aus I. und II. wurde das Mittel genommen, wobei das mit Mangan vermengte Eisen von I. auf reines Eisenoxyd umgerechnet wurde. Nach Abzug des unlöslichen Rückstandes sind diese Mittelwerthe auf 100 % reducirt und dieselben mit den Analysen von Berzelius in Vergleich gebracht worden.

	Autor. Mittel lufttrockner Substanz auf 100 berechnet:	Aequivalentzahlen:	Berzelius' drei Analysen.		
SO_3	36,943	0,462	36,53	37,87	
Fe_2O_3	16,376	0,102	26,50 (Fe₂O₃ + FeO + MnO)	24,77	25,45
FeO	2,234	0,031			
MnO	1,926	0,027			
CaO	0,900	0,016	2,91	0,91	
MgO	7,632	0,191	5,69	8,95	6,92
H_2O	33,989	1,888	30,90		
	100,000				

Berzelius hat kein Mangan angegeben, während in meinem Material

sich eine immerhin bedeutende Menge Mangan mit Sicherheit nachweisen und wägen liess. Der Schwefelsäuregehalt zeigt bei Berzelius und mir eine annähernde Uebereinstimmung; dagegen ist die Eisenmenge, wenn auch alles Eisen und Mangan in meinen Analysen zusammengezählt würde, bei mir noch immer um 4 % geringer als bei Berzelius. Der Kalkgehalt zeigt bei Berzelius bedeutende Differenzen und lässt deshalb die Annahme dieses Autors, ersterer sei fremdartig, gerechtfertigt erscheinen. Nicht so verhält es sich bei meinen Analysen, wo sich in I. und II. 0,746 und 1,06 ergab und wo auch in einer dritten, hier nicht näher angeführten Controlanalyse eine Kalkmenge von 0,956, also nahezu das Mittel zwischen I. und II., sich nachweisen liess. Der beträchtliche Unterschied im Wassergehalt erklärt sich daraus, dass Berzelius denselben aus der Differenz bestimmte, während bei mir mehrere Wasserbestimmungen mit frischem, aber lufttrockenem Material stets die höhere Summe ergaben. Haidinger erwähnt, dass für die Quantität des Wassers die II. Analyse von Berzelius die sicherste sei und da beträgt die Menge 31,42 %.

Berzelius hat eine Formel für Botryogen angegeben, hierbei aber die Verbindungen MgO, CaO als fremdartig ausgeschieden; sie lautet:

$$Fe_3 S_2 O_9 + 3Fe_2 S_2 O_9 + 36 \text{ aq}.$$

Es liegt aber gar kein Grund vor, weshalb man MgO, CaO abrechnen sollte; sie werden in der homogenen Substanz gefunden, müssen demnach an dem Aufbau derselben thätig gewesen sein. Werden alle Metallverbindungen in die Formel einbezogen, so verhalten sich die Aequivalente

$$\overset{II}{R}O : Fe_2O_3 : SO_3 : H_2O = 5 : 2 : 9 : 38,$$

wobei sie sich zu

$$\overset{II}{R}O = 12MgO + 2FeO + 2MnO + CaO$$

vereinigt haben. Die explicite Formel des Botryogen müsste also

$$5\overset{II}{R}SO_4 + 2(\overset{III}{Fe_2}S_2O_9) + 38 \text{ aq}$$

geschrieben werden. Als einfachste Gedächtnissformel genügt wohl

$$MgFeS_2O_8 + Fe_2S_2O_9 + 18 \text{ aq},$$

welche erfordert:

MgO	4,38 %
FeO	7,86
Fe_2O_3	17,43
$4SO_3$	34,86
18 aq	35,47
	100,00

Bei Berechnung dieser Zahlen ward aber keine Rücksicht darauf genommen, dass in der Natur ein Theil des FeO durch MgO und MnO ersetzt ist.

Diese letzte Formel lässt auch die Verwandtschaft des Botryogen mit dem ihm ähnlichen Roemerit verstehen. Wenn die Formel des Roemerit

$$RSO_4 + Fe_2S_3O_{12} + 12 \text{ aq},$$

die des Botryogen durch

$$R_2S_2O_8 + Fe_2S_2O_9 + 18 \text{ aq}$$

dargestellt wird, dann ahnt man die Ursache, welche statt zur Bildung von Roemerit zur Entstehung des Botryogen führte. Ein Ueberschuss von *Mg Mn* band die vorhandene Schwefelsäure, so dass kein normales, sondern ein basisches Ferrisalz sich bilden musste. Dies ist bei einem Eisensulfat immer möglich, da sich daselbe schon durch Wasser in ein basisches Ferrisalz zerlegen lässt.

§ 9. Angeblicher Botryogen des Handels. Schon Blaas erwähnt, dass häufig Stücke eines Minerales unter dem Namen Botryogen in den Handel kommen, welche mit ihm nicht ident sind. Auch im Wiener mineralogischen Universitätsmuseum befindet sich ein solches aus dem Handel bezogenes Stück (Nr. 5449), welches derb ist und drei Schichten deutlich erkennen lässt. Die unterste davon hat eine lichtgrünliche Farbe, darüber lagert eine weissliche, welche an vielen Stellen von der obersten, röthlichen Schicht durchzogen wird; letztere bildet zugleich die Aussenseite des Stückes. Von diesem Handstücke wurden mehrere Fragmente, welche vorzugsweise rothe und weisse Theile gleichmässig gemischt enthielten, zur analytischen Probe genommen. Sie waren sehr hygroskopisch, beim Anhauchen wurden die lichten heller, die rothen intensiv roth. Zur Untersuchung der grünlichen Schichten bot sich keine Veranlassung. Ein Dünnschliff der lichtrothen Substanz zeigte den weisslichen Theil schwach doppeltbrechend, während der rothe unter dem Mikroskop aus zahlreichen Fasern, die zu einem Filze verwebt waren, bestand. Diese spärlichen rothen Partien sind wahrscheinlich Botryogen.

In kaltem Wasser, schneller in heissem, löste sich die Substanz mit Hinterlassung kleiner röthlicher Partikelchen auf, und zwar die weissen Schichten früher als die rothen, was der letzteren Annahme entspricht.

Die drei Wasserbestimmungen, welche von diesem Mineral gemacht wurden, gaben nachstehendes Resultat:

Substanzgemenge in g:	Temperatur:	Verlust in g:	Procente:
0,7118	150°	0,2554	35,881
0,3266	mit frisch geglühtem PbO behandelt.	0,159	48,684
0,5410	– –	0,2582	47,726

Für die quantitative Analyse wurden zwei Partien von nahezu gleich-

mässig aus rothen und lichten Theilen bestehendem Material genommen. Die Mengen betrugen:

I. 1,3384 g
II. 1,2584 -

Das Ergebniss der Untersuchung war folgendes:

	I.		II.	Blaas:
SO_3	33,53		32,86	31,57
Al_2O_3	4,52	R_2O_3	8,28	1,64
Fe_2O_3	1,93			
FeO	2,09			7,25
MnO	2,34			
CaO	0,79			
MgO	5,44			9,05
K_2O	Spuren			
H_2O	48,68			50,49
	99,32			100,00

Die Analyse II. wurde nicht weiter durchgeführt. Auf FeO und K_2O ist separat die Prüfung vorgenommen worden, Kali liess sich indess nur in unwägbaren Spuren nachweisen.

Aus dem Vergleiche der Analysen von Blaas und mir erkennt man, dass uns beiden nahezu dasselbe Mineralgemenge vorlag. Die Differenzen erklären sich wohl daraus, dass unser Untersuchungsmaterial nicht homogen war. Blaas nahm krystallinische, lichtgrünliche Substanz, Autor derbe und lichtröthliche zur Prüfung.

Höchstwahrscheinlich ist der Wassergehalt bei Blaas zu hoch angegeben, was er auch selbst bemerkt und es damit begründet, dass das Mineral ziemlich feucht war, das Trocknen nicht vertrug und er überdies den Gehalt des Wassers nur aus der Differenz berechnete; hiegegen bieten meine directen, mit geringen Abweichungen übereinstimmende Prüfungen auf Wasser eine sichere Gewähr.

Sehr bemerkenswerth ist, dass, während Blaas keine solchen Angaben macht, von mir auch in diesem Mineral Mangan nachgewiesen werden konnte. Es findet sich also in dem neben Botryogen entstehenden Sulfatgemenge geradeso wie im Botryogen selbst als wesentlicher Bestandtheil Mangan. Wahrscheinlich bilden in Fahlun diese falschen Botryogene des Handels jene Unterlage des echten Botryogen, von welcher bereits Berzelius sprach.

Mineralog. Museum der Universität Wien, 15. Juni 1886.

XXIII. Der Monazit von Schüttenhofen.

Von

R. Scharizer in Wien.

(Mit 2 Holzschnitten.)

Die granitischen Gesteine Skandinaviens, des Urals und des östlichen Nordamerika sind durch das Vorkommen von Mineralien ausgezeichnet, welche wegen ihres Gehaltes an seltenen Grundstoffen, wie Niob und Tantal, Cer, Lanthan und Didym von grossem mineralogischen und chemischen Interesse sind. Unter allen hieher gehörigen Mineralien zog besonders der Monazit, das Phosphat der letztgenannten Elemente, die Aufmerksamkeit der Mineralogen auf sich. Dasselbe findet sich an primärer Lagerstätte in der Regel nur in vereinzelten Krystallen in granitischen Gesteinen, welches charakteristische Vorkommen auch die Veranlassung war, dass unser Mineral von Breithaupt Monazit, von Shepard Eremit genannt wurde. Ausserdem ist dasselbe auch auf secundärer Lagerstätte bekannt und hier auch nur in Gesellschaft von Mineralien, deren granitischer Ursprung unzweifelhaft ist.

Den genannten Districten gegenüber zeigt das Massiv von Centraleuropa eine auffallende Armuth an jenen Mineralien. Obwohl auch hier der Granit und die verwandten Gesteine am geologischen Aufbau des Landes einen hervorragenden Antheil haben, kannte man lange Zeit nur den Columbit aus Bodenmais und den Fergusonit und Polymignit aus Mähren*). In den sechziger Jahren entdeckte Websky im Granit von Schreiberhau in Schlesien den Monazit neben Xenotim und Fergusonit, und im Jahre 1878 Janovsky den Columbit im Isergebirge (s. diese Zeitschr. **5**, 400)**).

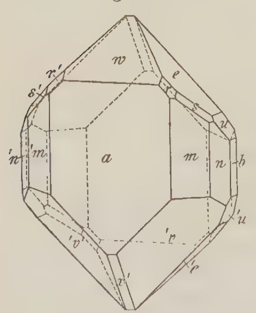
*) Zepharovich, Min. Lex. **1**, 145, 321, aus Kolenati: Die Mineralien Mährens und Oesterreichisch-Schlesiens etc. Brünn 1854.

**) G. vom Rath beobachtete den Monazit mit Orthit verwachsen in einem Auswürfling am Laacher See. Dieses fremdartige Vorkommen beider Mineralien in einem relativ jungen vulkanischen Gesteine findet vielleicht seine Erklärung in der Thatsache, dass Granit unter dem Cambrium der hohen Venn existirt (vergl. v. Lasaulx, Verh. d. naturh. Ver. f. Rheinl. u. Westph. 1884). Beide Mineralien, Monazit und Orthit, könnten

Ich bin nun in der angenehmen Lage, über ein neues Vorkommen des seltenen Cerphosphates im Granit, über den ersten österreichischen Monazitfund zu berichten.

Durch die Freundlichkeit des Herrn Franz Firbas, Gutsbesitzer zu Schüttenhofen im Böhmerwald, gelangte Herr Prof. A. Schrauf in den Besitz einer reichen Suite von Handstücken der dortigen pegmatitischen Granitvarietät. Diese Stücke hat der genannte Vorstand der Sammlung des mineralogischen Universitätsmuseums einverleibt, und ich übernahm die Bearbeitung des gesammten Materials. Ueber das Vorkommen, sowie über die paragenetischen Beziehungen der in diesem Granite vorhandenen Mineralien habe ich in einem Vortrag an der k. k. geologischen Reichsanstalt*) und in meiner Arbeit über die Verwachsung verschiedener Glimmer**) bereits Erwähnung gethan. Hier sei nur mehr wiederholt, dass der Monazit-haltige Granit sich vornehmlich aus Mikroklin, Lepidomelan, Muscovit und Quarz zusammensetzt. Apatit tritt in kleinen gelblichgrünen Krystallen im Gesteine ziemlich häufig auf. In zweien von diesen Handstücken (Min. Mus. Nr. 7835, 7836) entdeckte ich je einen Monazitkrystall. Letztere waren im grobkörnigen Granit eingebettet und von einer dünnen, gelblichbraunen, schuppigen Hülle umgeben, ähnlich wie dies Kokscharow von den russischen Monaziten angiebt. Beim Versuche, einen dieser Krystalle zum Zwecke der Untersuchung aus dem Gesteine herauszulösen, zerbrach derselbe nach der ausgezeichneten Spaltfläche. Auf dieses etwa 3 mm grosse Krystallfragment beziehen sich alle nachstehenden morphologischen wie physikalischen Angaben, weil der Rest dieses Krystalles sowie das zweite Exemplar in den Handstücken belassen wurden.

Fig. 1.



Das vorliegende Krystallfragment des Monazites ist von dunkelhoniggelber Farbe, als solches vollkommen undurchsichtig, dünne Spaltlamellen sind jedoch gelb- [Radde 6] durchsichtig. Dasselbe zeigt die für den Monazit charakteristische wahrhaft ausgezeichnete Spaltung nach der Basisfläche und ausserdem eine weniger vollkommene Spaltung nach dem Orthopinakoid. Der Habitus des Krystalles, welchen nebenstehende Fig. 1 wiedergiebt, ist ein kurzsäulenförmiger und durch das Vorherrschen von $a(100)$ etwas tafelförmig nach dieser Fläche. In Bezug auf seine Ausbildung entspricht er

daher vom eruptiven Magma aus der granitischen Tiefe emporgebracht worden sein. Eigenthümlich ist, dass Kokscharow eine ähnliche Verwachsung des Monazitoides, aber mit Columbit aus dem Ilmengebirge erwähnt.

*) Verhandlungen der k. k. geol. Reichsanstalt 1886, 109.

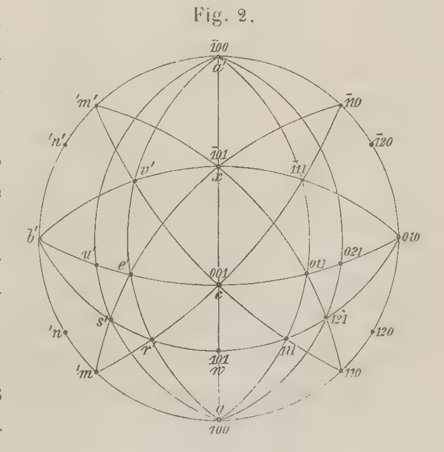
) Diese Zeitschr. **12, 1.

fast vollkommen dem von J. Dana in seiner Mineralogie S. 539, Fig. 448 abgebildeten. Dieser stammt aus dem Albitgranit von Watertown Co. Da dort der Monazit ebenfalls mit Turmalin und Zirkon vergesellschaftet vorkommt, erstreckt sich die Analogie zwischen beiden Fundstellen nicht allein auf den Habitus der Krystalle, sondern auch auf die paragenetischen Verhältnisse. Der Granit, in welchem der Monazit von Schüttenhofen eingebettet liegt, ist zwar kein Albitgranit im wahren Sinne des Wortes, obwohl sein Mikroklin ziemlich viel Natron enthält, er steht aber in einem innigen genetischen Connex mit einem Albitgranit, welcher neben Mangangranat noch schwarzen Turmalin enthält.

Für die am Monazit von Schüttenhofen beobachteten Flächen wurde Miller's Buchstabenbezeichnung benutzt. In der nachstehenden Tabelle sind des Vergleiches halber auch die von Kokscharow und Ed. Dana für den Monazit, sowie auch die von G. vom Rath und Des Cloizeaux für den Turnerit gebrauchten Flächenbezeichnungen angeführt.

		Phillips-Miller:	Koksch.:	Dana:	v. Rath:	Des Cloizeaux:
$\infty\bar{P}\infty$	(100)	a	a	a	c	p
$\infty\not{P}\infty$	(010)	b	b	—	b	g^1
$0P$	(001)	c	c	—	a	—
∞P	(110)	m	M	J	e	e^1
$\infty\not{P}2$	(120)	n	n	—	o	$e^{\frac{1}{2}}$
$+\bar{P}\infty$	($\bar{1}01$)	x	x	—	x	a^1
$-\bar{P}\infty$	(101)	w	w	w	u	o^1
$\not{P}\infty$	(011)	e	e	e	m	m
$2\not{P}\infty$	(021)	u	u	—	l	g^3
$+P$	($\bar{1}11$)	v	v	v	r	$b^{\frac{1}{2}}$
$-P$	(111)	r	r	r	z	$d^{\frac{1}{2}}$
$-2\not{P}2$	(121)	s	—	ω	—	—

Fig. 2.



Die Fläche c(001) wurde an unserm Krystall nur als Spaltfläche beobachtet. Hiermit sind auch die Angeben früherer Autoren im Einklang, laut welchen an den Krystallen des Monazites die »natürliche« Basisfläche fast nie auftritt. Von den übrigen in der Tabelle angeführten Flächen besassen nicht alle eine für goniometrische Messungen günstige Ausbildung. Die Fläche r(111) gab gar kein Signal, und es musste deshalb ihre Lage aus dem Zonenverbande ermittelt wer-

den. Die Fläche $a'(\bar{1}00)$ war in der Richtung der Prismenzone gekrümmt. Ueberdies war der Krystall bei $(1\bar{1}1)$ lädirt.

Fig. 2 ist die sphärische Projection des untersuchten Krystalles. Alle an demselben vorgenommenen Messungen sind, sammt dem mittleren Fehler der Beobachtungen, in nachstehender Tabelle zusammengestellt. In einzelnen Fällen, wo die Flächen keine Signalreflexe gaben, basirt die Bestimmung auf Schimmerbeobachtungen. Für diese wurde in der Columne »Beobachtung—Rechnung« auch keine Differenz angegeben. Ausserdem besitzen auch die Schimmerbeobachtungen grössere mittlere Fehler, während bei den Signalbeobachtungen dieser niemals 10′ übersteigt.

Für den Schüttenhofer Monazit gilt folgendes monosymmetrische Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0{,}9735 : 1 : 0{,}9254$$
$$\beta = 103^0 37'.$$

		Gemessen:	Mittl. Fehler d. Messungen:	Berechnet:	Beob.—Rechn.:
$a : c$	$= 100 : 001$ =	76° 22′ 50″	3′ 45″	76° 23′	— 0′ 10″
$a' : c$	$= \bar{1}00 : 001$	103 25 45	1 22	103 37	— 11 15
$a : m$	$= 100 : 110$	42 55 4	2 38	43 25	— 29 56
$a : 'm$	$= 100 : 1\bar{1}0$	43 25 13	2 36		+ 0 13
$w : a$	$= 101 : 100$	39 11 4	5 1	39 20	— 8 56
$w : c$	$= 101 : 001$	37 10 46	—	37 3	+ 7 46
$c : x$	$= 001 : \bar{1}01$	49 42 55	3 25	49 58	— 15 5
$a' : x$	$= \bar{1}00 : \bar{1}01$	53 38 43	3 25	53 39	— 0 17
$r : a$	$= 111 : 100$	—	—	48 9	—
$r : w$	$= 111 : 101$	—	—	30 23 40″	—
$r : b$	$= 111 : 010$	—	—	59 36 20	—
$r : c$	$= 111 : 001$	—	—	46 29 40	—
$r : e$	$= 111 : 011$	—	—	31 40 10	—
$r : m$	$= 111 : 110$	—	—	33 39 30	—
$v : a'$	$= \bar{1}11 : \bar{1}00$	60 56 55	11 55	61 37 40	—
$v' : a'$	$= \bar{1}\bar{1}1 : \bar{1}00$	62 21 6	4 56		—
$\frac{a' : v + a' : v'}{2} =$	—	61 39 0	—	—	—
$v : a$	$= \bar{1}11 : 100$	117 56 10	8 40	118 22 20	— 26 10
$v' : a$	$= \bar{1}\bar{1}1 : 100$	118 17 38	4 38		— 4 42
$v' : x$	$= \bar{1}\bar{1}1 : \bar{1}01$	36 32 0	2 26	36 42 10	— 10 10
$v : x$	$= \bar{1}11 : \bar{1}01$	36 49 13	5 32		+ 7 3
$v : c$	$= \bar{1}11 : 001$	58 46 43	3 7	58 57 20	— 10 37
$v' : c$	$= \bar{1}\bar{1}1 : 001$	58 57 34	3 13		+ 0 14
$v' : e'$	$= \bar{1}\bar{1}1 : 0\bar{1}1$	38 20 27	3 15	38 27 10	— 6 43
$v : b$	$= \bar{1}11 : 010$	—	—	53 17 50	—

		Gemessen:	Mittl. Fehler d. Messungen:	Berechnet:	Beob.—Rechn.:
$v : m'$	$= \bar{1}11 : \bar{1}10 =$	40°46′ 3″	1′ 55″	40°53′ 30″	— 7′ 27″
$v' : {}'m'$	$= \bar{1}\bar{1}1 : \bar{1}\bar{1}0$	41 48 22	26 3		—
$e' : a$	$= 0\bar{1}1 : 100$	79 54 15	3 34	79 55 10	— 0 55
$e : a'$	$= 011 : \bar{1}00$	—	—	100 4 50	—
$e' : w$	$= 0\bar{1}1 : 101$	53 44 39	7 38	53 36 10	+ 8 29
$e : w$	$= 011 : 101$	53 25 13	24 1		—
$e' : c$	$= 0\bar{1}1 : 001$	42 30 30	3 0	41 58 10	+ 32 20
$e : b$	$= 011 : 010$	—	—	48 1 50	—
$e : x$	$= 011 : \bar{1}01$	61 17 26	20 34	61 25 40	—
$e' : x$	$= 0\bar{1}1 : \bar{1}01$	61 12 0	6 0		— 13 40
$e : u$	$= 011 : 021$	18 45 0	1°22 0	18 57 40	—
$e' : s'$	$= 0\bar{1}1 : 1\bar{2}1$	27 20 50	20 23	26 11 40	—
$e : m$	$= 011 : 110$	53 0 11	17 56	54 4 20	—
$e' : {}'m$	$= 0\bar{1}1 : 1\bar{1}0$	53 52 40	3 0		— 11 40
$m : w$	$= 110 : 101$	55 39 11	4 56	55 49 0	— 9 49
$'m : w$	$= 1\bar{1}0 : 101$	55 45 17	4 28		— 3 43
$m : c$	$= 110 : 001$	80 10 49	3 56	80 9 10	+ 1 39
$'m : c$	$= 1\bar{1}0 : 001$	80 13 25	1 12		+ 4 15
$m' : c$	$= \bar{1}10 : 001$	99 33 38	3 51	99 50 50	— 17 12
$'m' : c$	$= \bar{1}\bar{1}0 : 001$	99 49 11	—		—
$m : x$	$= 110 : \bar{1}01$	115 46 56	7 56	115 30 0	+ 16 56
$'m : x$	$= 1\bar{1}0 : \bar{1}01$	115 15 51	4 16		— 14 9
$m' : x$	$= \bar{1}10 : \bar{1}01$	64 20 0	8 15	64 30 0	— 10 0
$m : m'$	$= 110 : \bar{1}10$	93 29 6	11 55	93 10 0	—
$'m : {}'m'$	$= 1\bar{1}0 : \bar{1}\bar{1}0$	93 43 19	13 56		—
$m : b$	$= 110 : 010$	47 11 30	24 36	46 35 0	—
$m' : b$	$= \bar{1}10 : 010$	45 42 36	49 17		
$'m : b'$	$= 1\bar{1}0 : 0\bar{1}0$	46 37 42	—		—
$m : n$	$= 110 : 120$	18 20 15	1 16 9	18 43 50	—
$m' : n'$	$= \bar{1}10 : \bar{1}20$	16 46 30	39 48		—
$'m : {}'n$	$= 1\bar{1}0 : 1\bar{2}0$	18 37 49	22 51		—
$m : s$	$= 110 : 121$	27 13 34	29 40	27 52 40	—
$'m : s'$	$= 1\bar{1}0 : 1\bar{2}1$	26 32 0	21 20		—

Mittlere Differenz, Beobachtung — Rechnung. + 8 46 / — 10 38

Das Studium der Winkeltabelle lehrt, dass die Flächen am besprochenen Monazitkrystall asymmetrisch liegen. Fast alle Winkel der linken Hälfte sind etwas grösser als jene der rechten. Der Grund dieser asymmetrischen Anordnung der Flächen ist in einer mechanischen Deformation zu suchen, welche der Krystall vielleicht beim Festwerden des Muttergesteines

in Folge des auf ihn ausgeübten Druckes erlitten hat. Dies ist um so eher möglich, als der Monazit eines der ältesten Glieder in der granitischen Association von Schüttenhofen ist. Auch ist diese Erklärung deshalb wahrscheinlich, weil die Versuche, die Krystallwinkel unter der Annahme einer triklinen oder diklinen Axenlage zu berechnen, zu keinem befriedigenden Resultate führten.

Aus diesem Grunde erfolgte auch die oben durchgeführte Berechnung des Krystalles unter der Annahme des monosymmetrischen Krystallsystemes und unter Zugrundelegung nachstehender Werthe:

$$a : m = (100):(110) = 43^0 25'$$
$$a : c = (100):(001) \quad 76\ 23$$
$$a' : x = (\bar{1}00):(\bar{1}01) \quad 53\ 39$$

Der Werth $a : m = 43^0 25'$ wurde deshalb ausgewählt, weil die Fläche $'m(1\bar{1}0)$ die bestentwickeltste Prismenfläche des Krystalles war.

Die Uebereinstimmung meiner Resultate mit den Messungen anderer Autoren, sowie die Kenntniss der Variationen von den krystallographischen Constanten der bis jetzt gemessenen Monazitkrystalle, ergiebt sich aus folgender Tabelle. In derselben habe ich die Fundamentalwinkel, welche theilweise aus den Messungen der betreffenden Autoren neu berechnet wurden, zusammengestellt.

	$a : m$ (100 : 110)	$a : c$ (100 : 001)	$a : w$ (100 : 101)	$w : c$ (101 : 001)	$b : r$ (010 : 111)
1.	43⁰30′	76⁰54′	39⁰ 7′	37⁰47′	59⁰10′
2.	**43 25**	**76 23**	**39 20**	**37 3**	**59 36**
3.	43 25	76 14′	39 22	36 52	59 41½
4.	43 18½	76 14	39 3	37 11	59 37
5.	43 17	76 20	39 12½	37 7½	59 40
6.	43 12½	76 32	39 20½	37 12½	59 42½

1. Des Cloizeaux: Monazit aus den Flussseifen des Rio Chico bei Antioquia in Columbien.
2. Scharizer: Monazit aus dem pegmatitischen Granit von Schüttenhofen in Böhmen.
3. J. Dana: Monazit mit Sillimanit verwachsen von Norwich, Connecticut.
4. Kokscharow: Monazit aus den Goldseifen des Flusses Sanarka im Lande der Orenburg'schen Kosaken.
5. Ed. Dana: Monazit aus einem Gange in granatführendem Glimmerschiefer von Alexander Co., N. Carolina.
6. G. vom Rath: Monazit aus einem Auswürfling am Laacher See.

In dieser Tabelle lassen sich zwei deutlich geschiedene Gruppen erkennen: In der ersten Gruppe, welche 1—3 umfasst, entspricht der Abnahme des Winkels $a : m$ eine Abnahme von $a : c$, hingegen ein Wachsen von $a : w$. Die Distanz $w : c$ wird continuirlich kleiner. In der zweiten

Gruppe, 4—6, entspricht der Abnahme von $a : m$ eine Zunahme von $a : c$ und von $a : w$. Die Distanz $w : c$ bleibt dabei fast vollkommen gleich gross. Diese hier angedeuteten Beziehungen werden vielleicht erst dann verständlich sein, wenn es möglich sein wird, den krystallographischen Untersuchungen die Resultate der chemischen Analyse beizugeben*). Denn möglicher Weise liegt auch beim Monazit der Grund obiger Winkeländerungen in einem Wechsel der vicariirenden Bestandtheile Cer, Lanthan und Didym.

Der Monazit ist optisch positiv, die Axenebene senkrecht zur Symmetriebene, der Axenwinkel klein und seine Bisectrix ist nur wenig gegen die Normale auf die Basisfläche geneigt. Ein basisches Spaltblättchen kann deshalb sowohl zur Bestimmung des optischen Axenwinkels, als auch zur Feststellung der annähernden Werthe für die nur um einige Grade gegen die Spaltungsebene geneigten Elasticitätsaxen $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ benutzt werden.

Die denselben ungefähr entsprechenden Brechungsexponenten γ und β, wo $\gamma < \beta$, weil $\mathfrak{a} > \mathfrak{b}$ ist, wurden nach der Chaulnes-Bauer'schen Methode bestimmt. Zwei von einander unabhängige Messungen ergaben für

	γ	β
	1,920	1,942
	1,937	1,951
Mittel:	1,9285	1,9465

Diese Beobachtungen entsprechen somit dem Sinne nach, da wirklich $\gamma < \beta$ ist, vollkommen der theoretischen Forderung**). Zu Gunsten eines im Allgemeinen ziemlich hohen Brechungsexponenten spricht der lebhafte, fast diamantartige Fettglanz, welchen der Monazit auf der Spaltfläche zeigt, sowie seine grosse Dichte.

Die Absorption, welche die beiden auf einander senkrechten Schwingungen im Spaltblättchen erleiden, ist eine vollkommen gleiche, weshalb kein Dichroismus zu beobachten ist***).

Der optische Axenwinkel des Monazites von Schüttenhofen wurde an einem natürlichen Spaltblättchen mittelst des Schneider'schen Axenwinkelapparates gemessen. Derselbe beträgt umgerechnet in Luft

$EE = 25^0\ 22'$ für das Roth des Ueberfangglases
$EE = 24\ \ 56$ - Natriumlicht $(\varrho > v)$.

---

*) Die auf Turneritkrystalle sich beziehenden Messungen von Marignac, Levy, Phillips, Des Cloizeaux, vom Rath und Trechmann lassen sich in obige Tabelle nicht einreihen. Die Differenzen sind viel zu gross.

) Zur Controle der Bestimmung dieser Brechungsexponenten wurde der Brechungsexponent einer gelben, in Bezug auf Farbe mit dem Monazit ziemlich übereinstimmenden, Zinkblende ermittelt. Ich fand $\mu = 2,465$. Calderon giebt für die Zinkblende von Santander 2,367 an. S. diese Zeitschr. **4, 504.

***) Nach Trechmann ist der Turnerit pleochroitisch. Bei Des Cloizeaux fehlen für den Monazit diesbezügliche Angaben.

Nach Des Cloizeaux ist der optische Axenwinkel des Norwicher Monazites in Luft:

$$EE_{\varrho} = 29^0\ 4'$$
$$EE_{\beta\lambda} = 28\ \ 48$$
$$\varrho > v.$$

Auch die Farbenvertheilung im Axenbilde des Schüttenhofener Monazites war dieselbe, wie sie Des Cloizeaux für das von ihm untersuchte Norwicher Exemplar beschrieb. Beide Hyperbeläste sind vollkommen ungefärbt.

Später fand zwar Des Cloizeaux an Axenplatten, welche aus Monazitkrystallen von Ostsibirien geschnitten waren, und welche einen weniger rothen Farbenton besassen als die von Norwich, das umgekehrte Verhältniss, nämlich $\varrho < v$, und für den Axenwinkel in Luft:

$$EE_{\varrho} = 31^0\ 8'\ 30''$$
$$EE_{\beta\lambda} = 31\ \ 43\ \ 20$$

Ueber den Grund dieser Verschiedenheit macht der genannte Forscher keine Angabe*).

Mit zu Hülfenahme des im Vorhergehenden angegebenen Werthes für β lässt sich nun der wahre Winkel**) der optischen Axen berechnen. Derselbe ist, wenn EE_{Na} zum Ausgangspunkte der Rechnung genommen wird:

$$VV = 12^0\ 44'.$$

*) Trechmann fand an Turneritkrystallen $\varrho < v$ und $EE_{\varrho} = 34^0\ 12'$, $EE_{\gamma\varrho} = 34^0\ 48'$.

**) Da der Axenwinkel und zwei Brechungsexponenten bekannt sind, so könnte man erwarten, dass sich auch der dritte Hauptbrechungsexponent berechnen liesse. Doch ist dies im vorliegenden Falle nicht möglich, indem die Bedingungen nicht erfüllt sind, welche zwischen zwei Brechungsexponenten und dem Axenwinkel herrschen müssen. Ich glaube bei dieser Gelegenheit aus den Vorlesungen des Herrn Prof. Schrauf die hierauf bezüglichen theoretischen Angaben in Kürze mittheilen zu sollen.

Die vier Grössen VV, α, β, γ sind nicht vier independent variable Grössen, da sie der Gleichung der Wellenfläche entsprechen müssen. Hiervon sind nur zwei willkürlich, die anderen zwei hingegen dependent variabel, indem wenigstens die Limite angebbar ist, innerhalb welcher die Werthe beider sich bewegen müssen und ausserhalb welcher Grenzen selbst beobachtete Werthe unrichtig sein müssen. Am Einfachsten gestaltet sich die Erkennung der allgemeinen Bedingungen, wenn man den Axenwinkel auf die Elasticitätsaxen bezieht. Die bekannte Formel (Neumann, Optik, S. 184, Formel 11, ident mit Schrauf, phys. Min. 2, Formel 127)

$$\cos^2 \frac{VV}{2} = \frac{\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{b}^2}{\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{a}^2}$$

liefert fur unsern Fall, wo $\mathfrak{c}$ die erste Mittellinie ist, folgende idente Bedingungen:

$$\cos \frac{VV}{2} < \frac{\mathfrak{b}}{\mathfrak{a}}; \qquad \cos \frac{VV}{2} < \frac{\gamma}{\beta}.$$

Die optische Axenebene steht senkrecht auf der Symmetrieebene und die spitze positive Bisectrix ist gegen die Normale auf die Basisfläche geneigt.

Nach Des Cloizeaux ist der Winkel $100 : \underset{+}{\mathfrak{c}} = 86^0$. Die spitze Bisectrix liegt daher beim Monazit von Norwich im stumpfen Winkel der krystallographischen Axen und bildet mit der krystallographischen C-Axe einen Winkel*) von ungefähr 4^0.

Um nun auch beim Monazit von Schüttenhofen den Winkel und zugleich den Sinn der Neigung der ersten Mittellinie zur Plattennormale zu ermitteln, wurde der Messapparat, angebracht an unserem Nörremberg-schen Polarisationsinstrument (älteres Modell) benutzt.

Das Spaltblättchen ward am Krystallträger so befestigt, dass die Drehungsaxe auf der Symmetrieebene des Präparates senkrecht war. Zuerst wurde die Spaltfläche des Präparates annähernd horizontal gestellt, bei welcher Stellung die Normale auf $c(001)$ mit der Instrumentenaxe coincidirte. Hierauf wurde das Plättchen gedreht, bis das Axenbild centrisch sichtbar war. Als Mittelwerth von 10 Messungen resultirte für die scheinbare Neigung der ersten Mittellinie zur Normalen auf die Basisfläche der Werth von 16^0. Zugleich konnte mit Sicherheit constatirt werden, dass $a(100) : c(001) < a(100) : \underset{+}{\mathfrak{c}}$.

Genauere Resultate für die Neigung $a(100) : \underset{+}{\mathfrak{c}}$ erhält man mittelst des Schneider'schen Axenwinkelapparates. In demselben wird das Präparat so eingestellt, dass die optische Axenebene zum Verticalaste des Fadenkreuzes parallel ist. Dann wird unter Anwendung von monochromatem Licht die Entfernung des ersten rechten und des ersten linken Lemniscatenarmes gemessen. Die halbe Distanz liefert die relative Lage (A_1) der optischen Axenebene gegenüber dem Nullpunkte der Limbustheilung. Wenn nun mit Hilfe jener Drehbewegung, welche eine Rotation des Präparates um die Plattennormale erlaubt, das ganze Präparat um 180^0 gedreht wird,

---

Nur wenn diese Bedingung erfüllt ist, lässt sich aus dem beobachteten VV, $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b} = \frac{1}{\mu_i}$ der Werth von $\mathfrak{c}$ berechnen. Im vorliegenden Falle wäre diese Forderung erfüllt, wenn $\frac{VV}{2} > 7^0 28'$ ist. Die Bestimmung des optischen Axenwinkels $\frac{VV}{2} = 6^0 22'$ ist aber ungleich genauer, als die Bestimmung der Brechungsexponenten nach der Chaulnes-Bauer'schen Methode. Deshalb liegt der Fehler nicht im optischen Axenwinkel, sondern in der relativen Grösse von β und γ. Die Differenz $\beta - \gamma$ ist viel zu gross. Nimmt man β als richtig an, dann muss γ im Minimum 1,9345 sein, welcher Werth nur um 0,0060 von dem beobachteten differirt. Das wirkliche γ muss jedoch noch grösser sein, da dem eben berechneten ein abnorm hoher Werth von α entspräche. Dieser Mangel an Uebereinstimmung ist wohl nur auf Rechnung der im Material und der Methode liegenden Fehlerquellen zu setzen.

*) Trechmann giebt an, dass beim Turnerit von Tavetsch die erste positive Mittellinie ebenfalls im stumpfen Winkel der krystallographischen Axen liege und mit der C-Axe einen Winkel von $1^0 4'$ bilde.

so muss, weil die spitze Bisectrix mit der Drehungsaxe einen Winkel bildet, das Axenbild um den doppelten Werth dieses Winkels verschoben werden. Bringt man das Axenbild wieder in die Mitte des Gesichtsfeldes zurück, bestimmt abermals die Lage (A_2) der Axenebene gegen die fixe Theilung, so liefert $\frac{1}{2}(A_1 + A_2)$ die scheinbare Neigung der spitzen Bisectrix zur Plattennormale, gemessen in Glas. Die Neigung in Luft ist daraus berechnet:

$$c\underset{+}{\mathfrak{c}} = 15^0 35' 13'' \text{ für Roth,}$$
$$c\underset{+}{\mathfrak{c}} = 15 \quad 8 \quad 50 \text{ für Natriumlicht.}$$

Aus letzterer Zahl und dem mittleren Brechungsexponenten β berechnet sich der Winkel für die wahre Neigung:

$$c\underset{+}{\mathfrak{c}} = 7^0 43'.$$

Der Winkel $a(100) : \underset{+}{\mathfrak{c}}$ ist somit ungefähr $84^0 6'$ und das wahre optische Schema:

$$(100)\mathfrak{a}\underset{+}{\mathfrak{c}} = 84^0 6'.$$

Es liegt demnach beim Monazit von Schüttenhofen die spitze Bisectrix im stumpfen Winkel der Krystallaxen und bildet mit der Verticalaxe einen Winkel von $5^0 54'$.

Der untersuchte Monazit ist von einer grossen Anzahl winziger Poren durchschwärmt, welche meist nach Flächen angeordnet sind. Die grösseren Einschlüsse besassen Formen, welche an die analogen im Topas erinnerten. Die Libelle zeigte jedoch beim Erwärmen bis 70° C. nicht die geringste Spur einer Veränderung. Die von Penfield als Orangit gedeuteten, für einzelne nordamerikanische Monazite charakteristischen, undurchsichtigen Einschlüsse fehlten.

Eine chemische Prüfung des Monazites von Schüttenhofen konnte wegen Mangel an Material nicht vorgenommen werden. Es wurde dafür das Absorptionsspectrum eines basischen Spaltblättchens von weingelber Farbe untersucht. Hierzu benutzte ich ein Fuess'sches Mikroskop, nur war das Ocular durch ein Spectroskop à vision directe ersetzt. Die Beleuchtung erfolgte durch einen Concavspiegel unter Anwendung des directen Sonnenlichtes und der kleinsten Blende. Das auf diese Weise erhaltene Spectrum zeigte einen breiten Absorptionsstreifen im Gelb zwischen den Fraunhofer'schen Linien *C* und *D* und einen weniger breiten am Ende des Grün, circa bei *F*. Ersterer entspricht vollkommen dem für Didym charakteristischen Absorptionsstreifen, indess der letztere eine genaue Uebereinstimmung mit dem Absorptionsstreifen im Spectrum eines käuflichen Erbiumglases erkennen lässt. Der Monazit von Schüttenhofen enthält somit neben den gewöhnlichen Bestandtheilen noch einen Grundstoff aus der Gruppe des Erbiums, welches Element bis jetzt noch in keinem Monazit nachgewiesen worden ist.

Mineralogisches Museum der Universität Wien, 20. Juli 1886.

Literatur.

A. Monazit: I. Krystallographische: **1.** Breithaupt: Ueber den Monazit, eine neue Species im Mineralreiche. Schweigger Jour. 1829, **55**, 301. **2.** H. J. Brooke: Ueber den Mengit, eine neue Mineralspecies etc. Pogg. Ann. 1831, **23**, 362. **3.** Shepard: Der Edwardsit, ein neues Mineral. Pogg. Ann. 1838, **43**, 148; Am. J. Sc. **32**, 162. **4.** G. Rose: Ueber die Identität des Edwardsit und Monazit. Pogg. Ann. 1840, **49**, 223. **5.** G. Rose: Reise nach dem Ural, Altai und dem kaspischen Meere. 1842, **2**, 87 u. 482. **6.** Des Cloizeaux, Ann. d. min. 1842, (4) **2**, 362. **7.** Forbes u. Dahl: Nyt Mag. for Naturvidenskaberne 1855, 13. **8.** Des Cloizeaux in Damour et Des Cloizeaux: Examén de divers échantillons de sables aurifères et platinifères. Ann. de chim. et phys. 1857, (3) **51**, 446. **9.** E. Zschau: Sill. Am. Journ. 1858, **25**, 410. **10.** F. Genth: Sill. Am. Journ. 1862, **33**, 204 u. **34**, 217. **11.** v. Kokscharow: Materialien 1862, **4**, 8 u. 18, **6**, 200 u. 387. **12.** Websky: Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1865, **17**, 567. **13.** J. Dana: Mineralogy 1868, 539. **14.** G. vom Rath: Ein neues Vorkommen von Monazit am Laacher See. Pogg. Ann. 1871, Ergb. **5**, 413. **15.** Jeremejew: Verh. d. k. russ. min. Ges. (2) **12**, 287; diese Zeitschr. **6**, 517. **16.** Hidden: Mineralfundorte in Nord-Carolina. Am. Journ. of Sc. 1881, (3) **21**, 461; diese Zeitschr. **6**, 231. **17.** Ed. S. Dana: Ueber den Monazit von Alexander County, N. Carolina. Diese Zeitschr. **7**, 363. **17a.** G. vom Rath: Monazit von Emerald and Hiddenit Mine, Alexander Co., N. Carolina. Sitzungsber. d. Niederrhein. Ges. f. N. Bonn 3. Mai 1886, S. 19.

II. Optische: **18.** Des Cloizeaux: Nouvelles recherches 1867, 150. **19.** Des Cloizeaux: Bull. soc. min. 1881, **4**, 57.

III. Chemische: **20.** C. Kersten: Pogg. Ann. 1839, **47**, 385. **21.** Hermann: Erdm. Journ. f. pr. Ch. 1844, **33**, 96. **22.** Berzelius-Wöhler: Pogg. Ann. 1846, **67**, 424. **23.** Hermann: Erdm. Journ. f. pr. Ch. 1847, **50**, 21. **24.** Damour, Ann. de chim. et phys. 1857, (3) **51**, 446. **25.** Hermann: Heteromeres Krystallsystem, 1860, 196. **26.** Rammelsberg: Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1879, **31**, 29. **27.** König: Proc. Acad. Nat. Sc. Philad. 1882, 15; diese Zeitschr. **7**, 424. **28.** Dunnington: Am. chem. Journ. 1882, **4**, 138; diese Zeitschr. **7**, 424. **29.** Penfield: diese Zeitschr. **7**, 366.

B. Turnerit: **1.** Lévy: Ann. Phil. 1823, **18**, 241. **2.** Lévy: Description d'une collection des Minéraux 1837, **3**, 423 **3.** G. vom Rath: Pogg. Ann. 1863, **119**, 247 u. 1864, **122**, 407. **4.** Pisani: Zeitschr. d. d. geol. Ges. 1873, **25**, 568. **5.** Hessenberg, N. Jahrb. f. Min. 1874, 826. **6.** G. vom Rath: N. Jahrb. f. Min. 1876, 393. **7.** Trechmann: N. Jahrb. f. Min. 1876, 593. **8.** Pisani: Zeitschr. d. d. chem. Ges. 1877, 730. **9.** Seligmann: diese Zeitschr. **6**, 231.

XXIV. Ueber den Columbit.

Von

Edward S. Dana in New Haven.

(Mit 1 Holzschnitt.)

Die richtige Deutung der Krystallform des Columbit erfolgte vor ungefähr fünfzig Jahren durch J. D. Dana*), welcher auch das Axenverhältniss an den Krystallen von Middletown mit einem ziemlich befriedigenden Grad von Genauigkeit ermittelte. Später, vor ungefähr dreissig Jahren, veröffentlichte Des Cloizeaux**) eine ausgedehnte Reihe von Messungen an Krystallen von Grönland, die erste Beschreibung dieses interessanten Vorkommens, an welchem er auch eine Anzahl neuer Formen feststellte. Es scheint jedoch, dass er kein allzu grosses Vertrauen in seine Messungen setzte, da er Dana's Axenverhältniss seinen Berechnungen zu Grunde legte und keinen Versuch machte, dasselbe durch ein besseres zu ersetzen.

1861 veröffentlichte alsdann Schrauf***) seine wohlbekannte Monographie dieses Minerals, in welcher er vier neue Flächen bestimmte und den Habitus der Krystalle verschiedener Fundorte durch eine ausgezeichnete Reihe von Figuren erläuterte. Derselbe stellte eine neue Grundform *u* (133 von Dana) und ein neues Axenverhältniss auf, von dem er sagt:

»Dieses Verhältniss gründet sich auf einige sehr sicher bestimmte und gut ausgebildete Krystalle von Grönland und Bodenmais.« Ferner giebt er eine Tabelle der von ihm gemessenen und der aus seinem neuen Axenverhältniss berechneten Winkel, so wie der von J. D. Dana und von Des Cloizeaux gefundenen Werthe. Diese Tabelle begleitet er mit folgender Bemerkung: »Da nun aus dieser Tabelle schon eine grössere Uebereinstimmung der Winkel hervortritt, so habe ich auch die verbesserten Elemente beibehalten und sowohl hieraus das Axenverhältniss

---

*) Amer. Journ. Science 1837, **32**, 149.

) Ann. d. Mines 1855 (V) **8, 398.

***) Sitzungsber. k. Akad. Wien, 1861, **44**, 445.

$$a : b : c = 0{,}40744 : 1 : 0{,}33467,$$

als auch eine Uebersichtstafel für die am häufigsten vorkommenden Winkel berechnet.« Um beurtheilen zu können, welchen Grad von Vertrauen in Schrauf's Axenverhältniss gesetzt werden kann, lasse ich hier Dessen oben erwähnte Tabelle (mit Verbesserungen einiger Druckfehler in den Symbolen) folgen.

	Schrauf			J. D. Dana*)	Des Cloizeaux
	Berechnet	Gemessen		Berechnet	Gemessen
		Grönland:	Bodenmais:	Middletown:	Grönland:
(010) : (160) =	22° 15′	22° 30′	22° 50′	—	—
(010) : (130)	39 17	39 30	39 30	39° 40′	40° 0′
(010) : (110)	*67 50	67 40	68 0	68 6	68 30
(010) : (021)	56 13	56 30	—	—	—
(010) : (032)	63 21	—	—	62 7	61 40
(010) : (011)	71 30	—	72 0	70 34	—
(010) : (012)	80 30	80 10	—	80 0	—
(010) : (111)	*75 30	75 30	—	75 9	75 30
(110) : (111)	48 26	48 0	—	46 45	46 30
(130) : (111)	54 21	53 50	54 30	52 49	52 35
(110) : (221)	29 25	28 50	—	27 51	27 50
(111) : (221)	19 1	18 30	—	18 44	18 25
(130) : (231)	33 10	32 50	—	31 57	31 10
(221) : (231)	8 22	8 15	—	8 24	8 30
(201) : (221)	19 21	18 45	—	17 19	17 25

Ein nur flüchtiger Vergleich ist genügend um zu zeigen, dass, obwohl vielleicht eine »grössere Uebereinstimmung der Winkel« darin vorhanden sein mag und obwohl diese Fundamentalwinkel seit 1861 allgemein angenommen worden sind (auch in der 5. Aufl. von Dana's System of Miner.), dieselben dennoch viel zu wünschen übrig lassen. Hinzugefügt muss werden, dass die einzigen, gemessenen Winkel, welche Schrauf angiebt, die in obiger Tabelle enthaltenen sind mit Ausnahme einiger weniger zur Bestimmung neuer Flächen benutzter, welche aber immer nur in ganzen Graden angeführt sind. Es ist daher einleuchtend, dass die benutzten grönländischen Krystalle nicht von solcher Beschaffenheit waren, dass sie sehr genaue Messungen ermöglichten. Was Schrauf's Fundamentalwinkel anbelangt (Mittel von 67° 40′ und 68°), so ist es unvortheilhaft einen Winkel zu wählen, der auf Messungen an Krystallen sich gründet, welche, von ver-

*) Schrauf giebt diese Winkel von J. D. Dana als »gemessen«, während Letzterer feststellte, dass dies die berechneten Winkel seiner Arbeit sind; die Mehrzahl derselben hat Dana übrigens gar nicht gegeben, sondern sie sind von Schrauf aus dessen Angaben berechnet; manche der in dieser Liste angeführten Flächen sind an amerikanischen Krystallen nicht bekannt.

schiedenen Fundorten stammend, erwiesenermassen verschiedene chemische Zusammensetzung haben und deren Winkelwerthe um 20′ von einander abweichen.

Der neu entdeckte Fundort zu Standish in Maine hat nun glücklicherweise Krystalle geliefert, welche an Vollendung der Form diejenigen anderer Fundorte bei weitem übertreffen und welche genaue Messungen gestatten. Eine kurze Mittheilung über dieses Vorkommen veröffentlichte ich vor einigen Jahren in dieser Zeitschr. (**1**, 380)*); seit der Zeit erschien wohl eine Analyse der Krystalle dieses Vorkommens von Herrn O. D. Allen, welche unten Seite 272 angeführt wird; eine Beschreibung der Krystalle ist jedoch noch nicht gegeben worden.

Das mir zu Gebote stehende Material bestand in einer grossen Anzahl theils isolirter, theils in das Gestein eingewachsener Krystalle, welche dem Cabinet des Yale College und Herrn Prof. Brush gehören. Hierzu kam noch durch die Güte des Herrn Dr. George H. Williams in Baltimore die der Johns Hopkins-Universität gehörige, schöne Sammlung der Columbite von Standish. Die einfachen Krystalle bieten in Habitus und Combination nichts wesentlich Neues. Die an denselben beobachteten Flächen sind in nachstehender Tabelle nach der Dana'schen und der Schrauf'schen Stellung mitgetheilt.

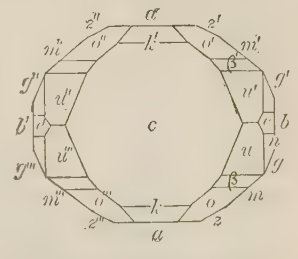
Tabelle der am Columbit von Standish beobachteten Flächen.

Stellung nach Dana:	Stellung nach Schrauf:
$a = (100)\infty\bar{P}\infty$	$(010)\infty\breve{P}\infty$
$b = (010)\infty\breve{P}\infty$	$(100)\infty\bar{P}\infty$
$c = (001)\ 0P$	$(001)\ 0P$
$z = (530)\infty\bar{P}\frac{5}{3}$	$(150)\infty\breve{P}5$
$m = (110)\infty P$	$(130)\infty\breve{P}3$
$g = (130)\infty\breve{P}3$	$(110)\infty P$
$l = (106)\frac{1}{6}\bar{P}\infty$	$(012)\frac{1}{2}\breve{P}\infty$
$k = (103)\frac{1}{3}\bar{P}\infty$	$(011)\breve{P}\infty$
$e = (021)2\breve{P}\infty$	$(201)2\bar{P}\infty$
$o = (111)P$	$(131)3\breve{P}3$
$\beta = (233)\breve{P}\frac{3}{2}$	$(121)2\breve{P}2$
$u = (133)\breve{P}3$	$(111)P$
$n = (163)2\breve{P}6$	$(211)2\bar{P}2.$

Der Habitus der Krystalle ist im Allgemeinen derjenige der Krystalle von Haddam und Middletown, wie ihn die Figg. 1, 2, 3, 4 und 5 der Schrauf'schen Arbeit [Fig. 10, 14, 15 Taf. XLIX seines Atlas, siehe auch

*) Irrthümlicher Weise wurde Herr König in Philadelphia als der Verfasser der Notiz genannt.

Dana's System 1868 S. 516, Fig. 429] recht gut veranschaulichen. Bemerkt muss werden, dass an Stelle des Prismas y (210)$\infty\bar{P}2$ stets die Form (530)$\infty\bar{P}\frac{5}{3}$ auftritt, welche zuerst Maskelyne*) an einem Krystall von Monte Video beobachtet wurde.



Die Pyramide β ist ebenfalls oft vorhanden, wenn auch immer untergeordnet; dagegen sind die Domen l und k selten. Die beistehende Figur giebt eine Projection der gewöhnlichsten Flächen auf die Basis. Manchmal gleichen die Krystalle vollständig denjenigen des gewöhnlichen Typus von Grönland, indem sie in der Richtung der Verticalen verkürzt und in der Richtung der Axe a (von Dana) verlängert sind. Zwillingskrystalle nach dem gewöhnlichen Gesetz: Zwillingsaxe eine Normale zum Doma e, sind nicht selten. Es sind meist vorzüglich ausgebildete Contactzwillinge, welche den schon vor langer Zeit von Rose beschriebenen von Bodenmais gleichen, aber im Habitus sehr variiren.

Die besten Krystalle von Standish besitzen sehr glatte, und für dieses Mineral aussergewöhnlich glänzende Flächen. Die meisten haben jedoch eine mehr oder minder rauhe Oberfläche, wie sie die Krystalle anderer Fundorte gewöhnlich zeigen und manche liefern überhaupt keine Reflexe mehr. Die Zahl der zu wirklich exacten Messungen brauchbaren Krystalle erweist sich am Goniometer als eine sehr beschränkte, denn so glänzende Flächen auch manche aufweisen, so unbestimmte Reflexe geben dieselben. Manchmal ist dies einer feinen verticalen Streifung zuzuschreiben, zuweilen aber dem Umstande, dass die ganze Fläche in eine Menge Felder getheilt ist, von denen jedes einen eigenen Reflex des Signals giebt, namentlich ist dies letztere bei den Pinakoidflächen der Fall.

Nur einige wenige der losgelösten Krystalle gestatteten daher befriedigende Messungen, deren Resultate in der folgenden Tabelle mitgetheilt sind.

	Berechnet:	Gemessen: I.	II.	III.	V.
$(530):(5\bar{3}0)$	52° 52′	52° 42′	—	—	—
$(\bar{5}30):(\bar{5}\bar{3}0)$		52 53			
$(530):(\bar{5}30)$	127 8	127 9	—	127° 14′	127° 1′
$(5\bar{3}0):(\bar{5}\bar{3}0)$		127 14			
$(110):(1\bar{1}0)$	79 17	79 14	—	—	—
$(\bar{1}10):(\bar{1}\bar{1}0)$		79 18			

*) Phil. Mag. 4. Ser. **25**, 41 (1863).

	Berechnet:	Gemessen: I.	II.	III.	V.
$(110):(1\bar{1}0)$	100° 43′	100° 45′	—	100° 57′	100° 43′
$(1\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}0)$		100 43			100 43
$(130):(1\bar{3}0)$	136 40	*136 40	—	—	—
$(\bar{1}30):(\bar{1}\bar{3}0)$		136 40			
$(130):(\bar{1}30)$	43 50	43 51	—	43 49	43 44
$(1\bar{3}0):(\bar{1}\bar{3}0)$		43 49			
$(001):(021)$	60 40	60 41	—	60 41	60 35
$(021):(0\bar{2}1)$	121 20	—	—	—	121 27
$(001):(103)$	19 42	—	—	—	—
$(111):(\bar{1}\bar{1}1)$	108 43	*108 43	108° 43′	—	—
$(1\bar{1}1):(\bar{1}11)$		108 42	108 56		
				IV.	
$(111):(1\bar{1}1)$	62 28	62 20	—	—	—
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$		62 29			
$(111):(\bar{1}11)$	77 29	77 23	77 34	77 29	—
$(1\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}1)$		77 36	77 35		
$(233):(\bar{2}33)$	56 17	—	—	56 8	—
$(133):(\bar{1}\bar{3}3)$	87 36	—	87 38	—	—
$(1\bar{3}3):(\bar{1}33)$					
$(133):(1\bar{3}3)$	79 54	—	79 54	—	—
$(\bar{1}33):(\bar{1}\bar{3}3)$			79 58		
$(133):(\bar{1}33)$	29 57	29 59	30 1	29 52	29 54
$(1\bar{3}3):(\bar{1}\bar{3}3)$				29 55	
$(163):(1\bar{6}3)$	118 20	118 19	118 6	—	—
$(\bar{1}63):(\bar{1}\bar{6}3)$		—	118 13		
$(163):(\bar{1}63)$	19 54	19 59	19 55	19 57	19 48
$(1\bar{6}3):(\bar{1}\bar{6}3)$		20 0	20 1		19 57

Der beste Krystall (I), von ungefähr 2 mm Grösse, war beinahe symmetrisch ausgebildet und keine Messung, mit Ausnahme derjenigen der Pinakoidflächen, war einem wahrscheinlichen Fehler von mehr als 3—4′ unterworfen. Die an andern Krystallen erhaltenen Messungswerthe sind in den Columnen II, III und IV mitgetheilt und in V sind solche Zahlen angeführt, welche an andern Krystallen mit gelegentlich glatten Flächen vereinzelt erhalten wurden.

Die zum Vergleich beigesetzten berechneten Winkel wurden aus den Fundamentalwinkeln $(130):(1\bar{3}0) = 136°\,10'$ und $(111):(\bar{1}\bar{1}1) = 108°\,43'$ erhalten. Ein Vergleich zeigt, dass die Uebereinstimmung im Ganzen eine befriedigende ist, wenn der Charakter der Species und die bis jetzt erhaltenen Resultate in Betracht gezogen werden. Das abgeleitete Axenverhältniss lässt daher wenig zu wünschen übrig, es ist:

$$a : b : c = 0{,}82850 : 1 : 0{,}88976 \text{ (Dana's Stellung)},$$
$$a : b : c = 0{,}40234 : 1 : 0{,}35798 \text{ (Schrauf's Stellung)}.$$

Es ist ferner zu ersehen, dass die aus diesen Werthen berechneten Winkel im Ganzen besser mit denen von Dana (1837) und Des Cloizeaux (1851), als mit denen von Schrauf übereinstimmen. Bemerkenswerth ist, dass der Prismenwinkel bei Dana 79° 20′ beträgt, der jetzt zu 79° 17′ gefunden ist.

Die Frage, ob der Columbit nicht dem monosymmetrischen System zugezählt werden muss, wie der Wolframit, dem er ja in den Winkeln sehr nahe steht, ist bekanntlich schon oft erörtert worden. Ich kann dieselbe nur in verneinendem Sinn beantworten. Ich habe diese Frage bei dem Studium der Krystalle von Standish stets im Auge gehabt und gefunden, dass die Abweichung von 90°, wenn vorhanden, einige wenige Minuten nicht übersteigt, dass also aller Wahrscheinlichkeit nach eine Abweichung von der rhombischen Form überhaupt nicht existirt. Unregelmässigkeiten in den Winkeln sind häufig, besonders bei grösseren Krystallen, aber dieselben verschwinden mehr und mehr, je besser die beobachteten Krystalle werden. Den, den Messungen als Grundlage dienenden Krystall I (Tabelle 3) habe ich sorgfältigst auf diesen Punkt geprüft. Die Basisfläche c gab einen durchaus guten, mit keinem grösseren Fehler als 3 — 5′ behafteten, Reflex. Die von der Prismenzone zu ihr gemessenen Winkel gaben in keinem Falle eine Abweichung von mehr als 5′ von 90°, welche vollständig in der wahrscheinlichen Grenze der Beobachtungsfehler liegt. Ferner mag hier noch daran erinnert werden, dass auch Arzruni's und Groth's*) optische Untersuchung des Columbits den Beweis geliefert hat, dass er in der That rhombisch krystallisirt.

Eine andere Frage von nicht minderem Interesse, nämlich die, welche den Einfluss des wechselnden Gehaltes an Eisentantalat in isomorpher Mischung mit Eisenniobat auf die Krystallform betrifft, sind wir leider nicht in der Lage positiv zu beantworten. Die Messungen von Schrauf und Des Cloizeaux wurden an grönländischen Krystallen ausgeführt, welche wahrscheinlich das reinste bekannte Niobat repräsentiren; wie jedoch aus der Tabelle I ersichtlich ist, bewegt sich die Uebereinstimmung nicht innerhalb jener Grenzen, die uns zu der Annahme berechtigen würden, dass wirklich exacte Messungen möglich waren. Dies ist sicher bei allen jenen grönländischen Krystallen der Fall, welche ich selbst habe untersuchen können. J. D. Dana's Messungen wurden an einem Krystall von Connecticut erhalten und zwar vermuthlich an einem solchen, in welchem Marignac beträchtliche Mengen (ca. 29%) Tantalsäure nachwies.

*) Pogg. Ann. **149**, 240 (1873).

Die Krystalle von Standish wurden von Allen (Dana's Min. Appendix 3, 30) mit nachstehendem Resultat analysirt:

Nb_2O_5	68,99
Ta_2O_5	9,22
SnO_2 } WO_3 }	1,61
FeO	16,80
MnO	3,65
	100,27

Die Analyse zeigt, dass der Columbit dieses Vorkommens sich nach der grönländischen Varietät in der Zusammensetzung am meisten dem reinen Niobat nähert. Damit stimmt auch das spec. Gew. von 5,65 überein.

Die Winkel stimmen, wie wir oben gesehen haben, sehr nahe überein mit den von Dana an den Krystallen von Middletown erhaltenen. Das Verhältniss der Axen a und b, also der Prismenwinkel, ist nahezu identisch:

$$(110):(1\bar{1}0) = 79^0\ 17' \text{ (Standish)}, \quad 79^0\ 20' \text{ (Middletown)}.$$

Den einzigen Schluss nun, den wir aus diesen Daten ziehen können, ist der, dass, so weit sich unsere Beobachtung erstreckt, eine Aenderung in der chemischen Zusammensetzung eine nur geringe Aenderung der Krystallform bedingt.

Diese Betrachtung führt uns naturgemäss auch zu der schon oft behandelten Frage nach den Beziehungen der Krystallformen des Columbit und Tantalit. Die Ansichten hierüber sind sehr verschieden; Rose erklärte, dass diese beiden Verbindungen überhaupt nicht als isomorph betrachtet werden können, während Rammelsberg sie als fast identisch bezüglich der Krystallform bezeichnet. Eine wahrscheinlichere und befriedigendere Vergleichung der Formen dieser beiden Mineralien machte Groth. Er behält die für gewöhnlich angenommene Stellung des Tantalit bei und um den Columbit mit ihm vergleichen zu können, verdoppelt er die Längen der Axen a und c (indem er sonst Schrauf's Stellung folgt). Die Axenverhältnisse lauten alsdann:

Columbit $a : b : c = 0{,}8148 : 1 : 0{,}6693$ (Schrauf),
 - $= 0{,}8047 : 1 : 0{,}7159$ (E. S. Dana),
Tantalit - $= 0{,}8166 : 1 : 0{,}6519$.

Nehmen wir jedoch die Stellung von J. D. Dana an, wie es in vorliegender Arbeit der Fall ist, so muss die Stellung des Tantalit entsprechend geändert werden, indem für das Prisma (320) das Zeichen (490) gesetzt wird; die Axenverhältnisse werden alsdann:

Columbit $a : b : c = 0{,}8285 : 1 : 0{,}8898$ (E. S. Dana, Standish),
Tantalit - $= 0{,}8164 : 1 : 0{,}7983$.

Die Axenverhältnisse stehen einander also, wie ersichtlich, ziemlich nahe, und die Uebereinstimmung mag als genügend angesehen werden, wenn man nur auf dieses Zahlenverhältniss Rücksicht nimmt. Vergleicht man aber auch die Entwickelung der Flächen und den allgemeinen Habitus der Krystalle, so ist die Uebereinstimmung weniger günstig. Von den neun von Nordenskiöld am Tantalit beobachteten Flächen finden sich am Columbit, und zwar beim Vergleich in beiderlei angeführten Stellungen dieses Minerals, ausser den beiden Pinakoiden nur drei Flächen ($= n, \beta, s$ des Columbit) wieder, während die Krystalle im Habitus ganz und gar verschieden sind. Wir müssen daher den Schluss ziehen, dass die nahe Uebereinstimmung der Axenverhältnisse, wie sie sich aus der Groth'schen Betrachtung ergiebt, von geringerer Bedeutung ist, wie sie oft gefunden wird, wenn blos die Axenverhältnisse allein in Betracht gezogen werden, und dass ferner die Beziehung der Formen der beiden Mineralien nicht eine solche ist, wie wir zu erwarten wohl berechtigt wären. Dies wird wohl noch einleuchtender, wenn wir uns anderer Fälle isomorpher Species erinnern, besonders solcher, zwischen denen viele intermediäre Verbindungen existiren, welche in der Art isomorpher Mischungen variiren, wie die Mineralien der Chrysolithgruppe, die Feldspäthe, die rhomboëdrischen Carbonate etc. In solchen Fällen finden Beziehungen sowohl zwischen den Flächen und im allgemeinen Habitus, als auch zwischen den Axenverhältnissen statt, und wir sind nicht genöthigt, letztere zu vervielfachen, um das Endglied der isomorphen Reihe in die Uebereinstimmung hinein zu zwingen.

Ich habe meine Untersuchungen auf die verschiedensten mir vorliegenden Columbitvorkommen ausgedehnt, deren Reihe sich von der Varietät von Standish mit 9 % Ta_2O_5 und spec. Gewicht 5,65 bis zu der von Northfield, Mass., mit 57 % Ta_2O_5 und 27 % Nb_2O_5 und dem spec. Gewicht 6,84 erstreckt. Alle diese stimmen mit dem allgemeinen Habitus des Columbit überein, indem sie dieselben Flächen und — soweit sich nach den rohen Messungen beurtheilen lässt — dieselben Winkel zeigen. Die Krystalle von Northfield z. B., welche gross und rauh sind, zeigten den gewöhnlichen rectangulären Habitus mit den Flächen a, b, c, m, z, k und n und ergaben $c : k = 20^0$, $b : z = 63^0$. Krystalle von Topsham, Me., mit dem spec. Gewicht 6,07 und solche von Brancheville mit spec. Gew. = 5,73 und 19 % Ta_2O_5 stimmten in demselben Sinne überein.

Es scheint demnach wahrscheinlich, dass wir noch Krystalle des reinen Tantalats finden werden, welche dieselbe Aehnlichkeit mit dem Columbit haben, wie die Krystalle von Northfield, welche selbst dem typischen Tantalit viel näher stehen, als irgend ein anderer unter den beschriebenen krystallisirten Columbiten.

Einstweilen ist es aber am besten, die oben angegebene Beziehung anzunehmen, da sie dazu dient, unsere derzeitige Kenntniss der Beziehun-

gen beider Mineralien am besten auszudrücken. Die Tantalitform, von der hier die Rede ist, ist natürlich die früher von N. Nordenskiöld beschriebene. Bekanntlich hat auch A. E. Nordenskiöld*) zwei krystallisirte Tantalite beschrieben, welche beide zu Skogbölle vorkommen. Einer derselben, welcher »Tammela-Tantalit« von N. Nordenskiöld oder »Skogbölit« von A. E. Nordenskiöld genannt wurde, gleicht dem früheren Tantalit in Habitus und Winkeln und hat das spec. Gewicht 7,8—8. Der andere, »Kimito-Tantalit« oder »Ixiolit« (A. E. Nordenskiöld), zeigt das spec. Gewicht 7,0—7,1 und gleicht dem Columbit insofern, als er in rectangulären Prismen vorkommt; aber sonst ist die Form nicht sonderlich ähnlich.

Eine gewisse Uebereinstimmung ergiebt sich, wenn die Formen c, n, a, m, b des Ixiolits zu b, m, a, f, c des Columbits gemacht werden; es ist dann z. B. $c : n = 51^0\ 15'$ beim Ixiolit und $b : m = 50^0\ 21\frac{1}{2}'$ beim Columbit, ferner $b : m = 28^0\ 51'$ beim Ixiolit und $c : f = 28^0\ 14'$ beim Columbit. Es sind jedoch noch weitere Beobachtungen nöthig, um diese Beziehungen endgültig feststellen zu können.

Schliesslich sei noch erwähnt, dass Brögger**) in seiner Beschreibung des Ånnerödit, welcher in der Zusammensetzung dem Samarskit und in der Form dem Columbit gleicht, die Bemerkung macht, dass der Tantalit in derselben Beziehung zum Samarskit steht (bei beiden ist der Prismenwinkel ca. 57^0), wie der Columbit zum Ånnerödit — ein, wie es mir scheint, fruchtbringender Gedanke.

---

*) Pogg. Ann. **101**, 625 (1857).

) Geol. För. Förhandl. Stockholm **5, 354 (1881); diese Zeitschr. **10**, 495.

XXV. Zur Krystallisation des Goldes.

Von

Edward S. Dana in New Haven*).

(Mit 8 Holzschnitten.)

Einige interessante Goldvorkommen, an denen ich einige neue Erscheinungen zu beobachten Gelegenheit hatte, lenkten meine Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand.

Bekanntlich ist die Deutung der Krystallformen der gediegenen Metalle Gold, Silber und Kupfer mit ungewöhnlichen Schwierigkeiten verknüpft, ihre Erkenntniss ist wesentlich gefördert worden durch die Beobachtungen von Rose**). Später hat vom Rath***) wichtige Beiträge geliefert durch die Entzifferung der complicirt krystallisirten platten- und astförmigen Goldgebilde; während Helmhacker†) die interessanten Goldkrystalle von Sysertsk beschrieb.

Die Zahl der beobachteten Krystallformen ist wesentlich vermehrt worden durch die Beobachtungen von v. Jeremejew††), Lewis†††), Fletcher§) und Werner§§).

1. Gold von Oregon.

Die zarten Krystallästchen und baumartigen Gebilde des Goldes von der White Bull mine in Oregon bilden schon seit geraumer Zeit eine hervorragende Zierde der Sammlungen, besonders der amerikanischen. Es ist

*) Aus dem Augustheft des Amer. Journ. of. Sc. vom Verf. mitgetheilt.

) Pogg. Ann. 1831, **23, 196; Reise nach dem Ural 1837, **1**, 198 et al.

***) Diese Zeitschr. **1**, 1.

†) Diese Zeitschr. **1**, 511.

††) Verhandl. d. k. min. Ges. St. Petersburg 1870, **2**, 402.

†††) Diese Zeitschr. **1**, 67.

§) Diese Zeitschr. **5**, 111.

§§) Diese Zeitschr. **7**, 601.

jedoch, so viel ich weiss, noch keine Beschreibung derselben erschienen, mit Ausnahme einer kurzen Bemerkung über diesen Gegenstand in meinem »Textbook of Min.«; die hier gemachten Angaben sind jedoch nur theilweise richtig.

Die Schönheit und Zierlichkeit dieser Gebilde ist vielleicht einzig in ihrer Art, ihre krystallographische Entzifferung jedoch keineswegs leicht. Bei oberflächlicher Betrachtung machen diese Aestchen den Eindruck von dicht aneinander gereihten spitz-rhomboëdrischen Formen. Das Endkryställchen, welches in den meisten Fällen das grösste des ganzen Gebildes ist, hat gewöhnlich das Ansehen einer spitzen sechsseitigen Pyramide, welche Form an den anderen Krystallen oft nur ganz schwach angedeutet ist. In seltenen Fällen, wenn nämlich das Endkryställchen ungewöhnlich gut entwickelt ist, ergiebt eine genauere Untersuchung das Vorhandensein von drei anderen kleinen Flächen, welche eine flache Abstumpfung der sechsseitigen Pyramide bilden. Aus der Lage dieser Flächen ergiebt sich die Erklärung der Form, und wenige Messungen beweisen, dass dieselbe die richtige ist. Alle beobachteten Flächen gehören dem, an diesem Mineral gewöhnlichen, Ikositetraëder $3O3$(311) an. Das eigenthümliche Aussehen und die scheinbar rhomboëdrische Symmetrie wird hervorgebracht durch eine gleichmässige Verzerrung in der Richtung der oktaëdrischen oder trigonalen Axe.

Es liegt also auch hier einer jener Fälle von Pseudo-Symmetrie vor, deren wir längst schon eine ganze Anzahl kennen. Ich erinnere nur an jene Verzerrungen, welche bewirken, dass ein reguläres Oktaëder in ein Rhomboëder mit vorwaltend tafelförmigen Flächen oder durch Nichtausbildung zweier Flächen in ein spitzes Rhomboëder übergeht. Ferner an jene Scheingestalten des Dodekaëders und Ikositetraëders $2O2$, von denen die erstere ein hexagonales Prisma mit rhomboëdrischer Endigung, letztere eine Combination eines stumpfen Rhomboëders, eines Skalenoëders und

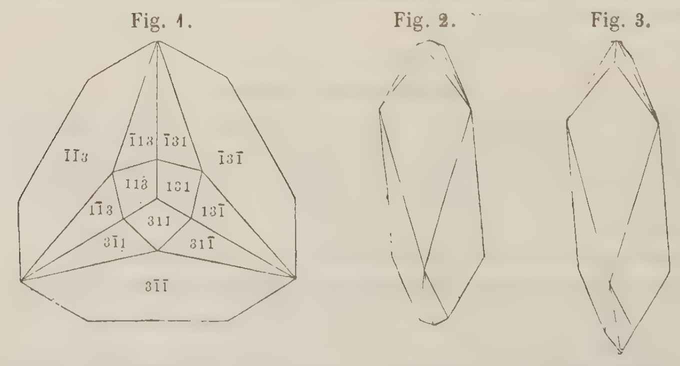
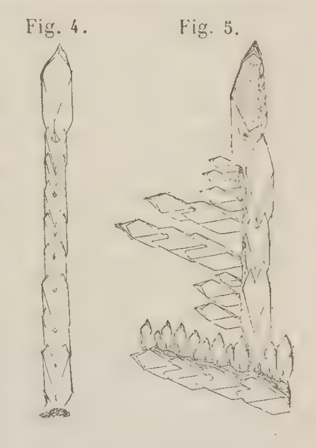


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

eines hexagonalen Prismas nachahmt. Der hier zu beschreibende Fall ist noch besonders interessant durch die Regelmässigkeit dieser Scheingestalten und die Art ihrer Anordnung. Diese in der Natur sich vielfach findende

Neigung, die Symmetrie eines Systemes in Krystallen eines anderen nachzuahmen, findet vielleicht theilweise ihre Erklärung in der Thatsache, dass die Flächen eines Krystalls, ob sie nun auf das eine oder andere System bezogen werden, immer rationale Symbole erhalten. Stellen wir das Hexaëder mit seinen trigonalen Axen vertical und betrachten es als Grundrhomboëder mit 90° Kantenwinkel, so gruppiren sich die Flächen der Ikositetraëders wie es die Figg. 1, 2 und 3 zeigen. Die Flächen (113), (311), (131) mit ihren drei entgegengesetzten bilden ein flaches Rhomboëder mit dem Zeichen $(20\bar{2}5)\frac{2}{5}R$ und einem Polkantenwinkel von 50° 29′. Die sechs angrenzenden Flächen $(1\bar{1}3)$, $(3\bar{1}1)$, $(31\bar{1})$, $(13\bar{1})$, $(\bar{1}31)$, $(\bar{1}13)$ mit ihren parallelen bilden eine hexagonale Pyramide zweiter Ordnung mit dem Zeichen $\frac{4}{3}P2(22\bar{4}3)$ und dem Pol- resp. Randkantenwinkel von 50° 29′ resp. 62° 58′. Die sechs übrigen Flächen, nämlich $(\bar{1}\bar{1}3)$, $(3\bar{1}\bar{1})$, $(\bar{1}3\bar{1})$ und deren parallele bilden ein spitzes Rhomboëder vom Zeichen $4R$ $(40\bar{4}1)$ und dem Kantenwinkel 117° 2′.

Die vorherrschende Form ist überall das letzterwähnte spitze Rhomboëder, gewöhnlich mit Spuren der Pyramide. Die einfachen Krystallästchen nun sind aufgebaut aus einer dichtgedrängten Reihe solcher Rhomboëder in paralleler Stellung, wie dies Fig. 4 veranschaulicht. Das Endkryställchen ist meistens grösser als die anderen, häufig skelettartig mit vorspringenden Kanten, den grössten Theil der Fläche eingedrückt und wie es scheint aufgebaut aus einer Reihe zierlicher, paralleler Drähtchen aus mattem Gold, welche die zartesten von einem geschickten Goldarbeiter gemachten Ornamente nachahmen.


Fig. 4. Fig. 5.

Der Aufbau dieser Aestchen aus parallel gestellten Kryställchen ist aber nicht auf eine einzige Richtung beschränkt, meistentheils sind es zwei dicht aneinander liegende Reihen mit einer schwachen Rinne dazwischen und einer dritten, in welcher die Krystalle sich ebenfalls in paralleler Stellung befinden, aber nach einer anderen oktaëdrischen Axe verlängert sind. In diesem Fall ist jede Fläche eines Krystalls in einer Reihe parallel einer solchen in einer anderen, aber diese Flächen haben in der rhomboëdrischen Entwicklung verschiedenen Werth. Fig. 5 zeigt eine Reihe solcher Krystalle von einer unten befindlichen abzweigend. Die zweite Reihe der Krystalle parallel der ersten ist nicht sichtbar, dagegen ist es die dritte, in welcher die Krystalle in der Richtung der anderen Axe verlängert sind. Diese letzteren sind so gezeichnet, als ob sie dieselbe rhomboëdrische Entwickelung wie die anderen hätten, was zwar öfters auch der Fall ist; aber ebenso oft kommt es vor, dass diese Verlängerung

minder hervortretend ist, so dass die Krystalle viel weniger von der gewöhnlichen ikositetraëdrischen Form abweichen. Die Aestchen sind dann in der einen Richtung aufgebaut aus einer Reihe oder Reihen von spitzrhomboëdrischen Formen, in der anderen aus winzigen rundlichen Kryställchen. Diese mehrfach verzweigten Aestchen laufen dann öfters in ein spitzes Drähtchen aus mit Andeutung von Krystallflächen, aber ohne scharf unterschiedene Formen zu zeigen.

Auch die ausführlichste Beschreibung vermag nicht die Mannigfaltigkeit dieser Formen zu erschöpfen, ebensowenig wie keine Zeichnung im Stande ist, die Zierlichkeit und Feinheit dieser Gebilde wiederzugeben, von denen die baumartig verzweigten die schönsten sind. Manchmal gehen von einem einzelnen Stengel eine Reihe feiner Fädchen aus, bei andern ist diese Verzweigung wiederholt, aber mit solcher Vollkommenheit, dass jedes einzelne Kryställchen deutlich unterschieden werden kann.

Andere Gebilde haben die Form einer Feder mit einem stärkeren Schaft, zu dessen beiden Seiten die feinsten Fäserchen auszweigen, welche einen Winkel von 70° 32′ mit einander bilden. Der mittlere, stärkere Schaft ist dabei senkrecht zu einer Fläche (111), während die Verzweigungen in einer Richtung senkrecht zu $(1\bar{1}1)$ resp. $(\bar{1}11)$ davon ausgehen. Unter allen Umständen aber haben wir es hier mit einfacher Parallelverwachsung zu thun, und es ist nicht nöthig, eine Zwillingsbildung zur Erklärung der beobachteten Formen zu Hilfe zu ziehen. Das einzige ähnlich schöne Vorkommen solcher Goldwachsthumsformen, welches ich zu sehen Gelegenheit hatte, stammt von der Oregon Mine. Auch in der Sammlung des Herrn Clarence S. Bement in Philadelphia befindet sich ein ähnlich ausgebildetes ungarisches Stück.

2. Gold von Californien.

Die Goldminen Californiens haben sehr viel und ausgezeichnet krystallisirtes Gold geliefert, von dem aber leider nur wenig erhalten wurde. Ueber das Vorkommen ist bis jetzt, ausser einer etwas populär gehaltenen Arbeit von W. P. Blake*) in New Haven nichts Nennenswerthes erschienen. Die Stücke, welche meine Aufmerksamkeit zuerst erregten, gehören der Yale Collection an und stammen nach den beigegebenen Etiquetten von Tuolumne County. Sie bestehen aus einer Reihe von parallel gestellten Oktaëdern von ganz kleinen, vollkommenen Krystallen bis zu grösseren mit hohlen Flächen und erhöhten Ecken, während andere ein Aussehen haben, als wenn sie aus gebogenen Drähtchen aufgebaut wären. Neben den Oktaëderflächen sind gewöhnlich die Flächen des Ikositetraëders 3O3 gross ausgebildet und dabei stark gestreift.

*) The various forms in which gold occurs in nature, 25 pp.; from the Report of the Director of the U. S. Mint for 1884. Referat auf Seite 319.

Ferner findet sich ein Hexakisoktaëder, dessen eine Art von Kanten anscheinend abgestumpft sind durch ein Ikositetraëder, sowie Andeutungen eines zweiten Achtundvierzigflächners. Die Bestimmung des ersten Hexakisoktaëders erfordert genaue Messungen, was jedoch bei allen grösseren Krystallen, deren Flächen nicht spiegelnd genug sind, nicht zu bewerkstelligen war.

Nur ein einzelnes, äusserst kleines (ca. $\frac{1}{3}$ mm) Kryställchen wurde gefunden, dessen Flächen, wenngleich äusserst winzig, so doch glänzend waren. An diesem wurden nun die drei Winkel des Hexakisoktaëders (mit der gewöhnlichen Goniometereinrichtung) gemessen, sowie auch dessen Neigung zu einer angrenzenden Oktaëder- und Ikositetraëderfläche. Für jeden Fall konnten zwei unabhängige Messungen gewonnen werden, welche in Folge der ungenügenden Schärfe der Reflexbilder mit einem Fehler von 5—10′ behaftet sind. Nichtsdestoweniger sind diese Werthe hinlänglich genau, um zu beweisen, dass das Symbol des in Rede stehenden Hexakisoktaëders (18.10.1) ist. Die nachstehend angeführten gemessenen und berechneten Werthe lassen dies ersehen.

	Gemessen:	Berechnet:
$\measuredangle A$ = (18.10.1):(18.1.10) =	35° 50′— 36° 9′	35° 58′
$\measuredangle B$ = (18.1.10):(18.$\bar{1}$.10)	5 43 — 5 41	5 34
$\measuredangle C$ = (18.10.1):(10.18.1)	31 53 — 32 1	31 51
(18.10.1):(111)	35 44 — 35 45	35 41
(18.10.1):(311)	18 2 — 18 10	18 $4\frac{1}{2}$

Die Uebereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Winkeln ist, im Verhältniss zur Beschaffenheit dieser Flächen, eine auffallend gute. Am Goniometer ergiebt sich ferner, unabhängig von der Rechnung, dass die Ikositetraëderflächen die Kanten des Hexakisoktaëders in Wirklichkeit nicht abstumpfen, obgleich die Flächen (18.10.1), (311), (10.18.1) nahezu in eine Zone fallen.

Die Bestimmung dieser Fläche beansprucht einiges Interesse, da sie, wie weiterhin gezeigt wird, ziemlich gewöhnlich an den californischen Goldkrystallen ist, und weil sie ausserdem schon von Rose vor vielen Jahren an uralischen Krystallen beobachtet wurde. In seinem bereits angeführten Werke erwähnt er das Vorkommen der Combination eines Hexakisoktaëders mit ∞O, O, $3O3$ und $4O2$, und giebt von derselben mehrere Figuren, von denen eine in Dana's »Mineralogy« (Fig. 53, p. 3) wiedergegeben ist. Die von Rose untersuchten Krystalle erlaubten nur rohe Messungen und dem hieraus berechneten Zeichen (19.11.1) legte er selbst in Folge dessen keinen grossen Werth bei. Naumann*) schlug als ein wahrscheinlicheres Symbol das Zeichen (15.9.1) vor, weil es den gemessenen Winkeln ungefähr ebenso

*) Pogg. Ann. **24**, 385.

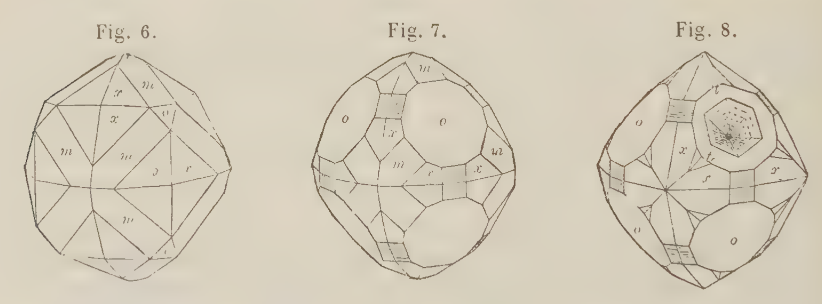
gut genügt und weil es gleichzeitig eine Form ist, deren Kanten (A) durch das gewöhnliche Ikositetraëder $3O3$ abgestumpft werden. Rose war geneigt, diesen Vorschlag anzunehmen, und spätere Autoren*) haben dies auch gethan.

Ein Vergleich aber zwischen Rose's Winkeln und denjenigen, welche ich an den californischen Krystallen gemessen habe und welche dem Symbol (18.10.1) entsprechen, zeigt, dass ohne Zweifel dieses Symbol auch der Rose'schen Form gegeben werden muss, weil die gemessenen Winkel damit viel besser als mit jedem andern vorgeschlagenen Zeichen übereinstimmen.

	Winkel B, berechnet:			Rose, gemessen:
Für	$19O\frac{19}{11}$	$15O\frac{5}{3}$	$18O\frac{9}{5}$	
	$5^0 13'$	$6^0 33'$	$5^0 34'$	$5^0 10'$ — $5^0 41'$
	Neigung zu $O(111)$			
	35 28	34 32	35 41½	36 50 — 37 10
	Neigung zu $\infty O(110)$			
	15 9	14 24	16 11	15 30 — 15 50

Es ist dies wieder ein schlagendes Beispiel dafür, dass das sog. Zonengesetz, welches so oft zur Bestimmung zweifelhafter Symbole angewendet wird, nicht immer Stich hält.

Fig. 6 giebt eine Abbildung dieser noch nicht beschriebenen Krystalle, ebenso Fig. 7.



In der letzteren Combination erscheint die oktaëdrische Kante manchmal abgestumpft durch eine Fläche, scheinbar das Dodekaëder; in andern Fällen scheint diese Abstumpfung aus zwei Flächen zu bestehen; eingehendere Untersuchung zeigt indess, dass diese Scheinfläche gebildet wird durch abwechselnde Combination der benachbarten Hexakisoktaëderflächen.

Bei anderen Krystallen, von mehr oktaëdrischem Habitus, sind dieselben Kanten sehr fein gestreift. Die Flächen des Ikositetraëders sind meistens, obgleich nicht immer, in derselben Weise gestreift, und zuweilen

*) Klein, Jahrb. f. Min. 1872, 129.

scheinen sie durch die oscillatorische Combination zweier Hexakisoktaëderflächen ersetzt zu sein.

Der Achtundvierzigflächner $x = 18O\frac{9}{5}$ scheint für das californische Goldvorkommen eine gewöhnliche Form zu sein. Ein prachtvolles Stück der Sammlung des Herrn Prof. Brush, von den Spanish Dry Diggings in El Dorado County, zeigt denselben in ausgezeichneter Weise. Dieses Stück besteht aus grossen, krystallinischen Goldplatten, welche durch ein wenig Quarz mit einander verbunden sind. Die Platten sind theilweise einheitliche, mit dreiseitiger Streifung oder mit hexagonalen Eindrücken, hervorgerufen durch die Flächen des Hexakisoktaëders; theilweise bestehen dieselben aus einem durchsichtigen Gewebe zierlicher Krystallrippchen, welche sich unter Winkeln von 60° und 120° durchschneiden. Die Platten setzen sich wesentlich zusammen aus ganz flachen Oktaëdern, deren Kanten durchwegs gebildet werden von einer abwechselnden Combination der Flächen des Hexakisoktaëders, wodurch eine feine, der vorher beschriebenen ähnliche Streifung hervorgerufen wird.

Zuweilen sind die Kanten, sowie auch die Hohlräume mit Kryställchen besetzt, deren kleinste meist ganz oder theilweise mit hexagonalen Vertiefungen versehen (s. Fig. 8), die grössern dagegen Gerippe-artig aus Golddrähtchen aufgebaut sind. Vorgenommene Messungen beweisen, dass das Hexakisoktaëder dasselbe ist wie das eben bestimmte, während ein zweites $t = 4O2(421)$ manchmal hinlänglich entwickelt ist, um eine Bestimmung zu gestatten.

Ich hatte kürzlich Gelegenheit, die schöne Serie krystallisirten Goldes im Besitze des Herrn C. S. Bement in Philadelphia zu untersuchen, und habe dabei eine Anzahl Stücke gefunden, welche das soeben beschriebene Hexakisoktaëder $18O\frac{9}{5}$ zeigten und in der Ausbildung den obigen sehr ähnlich waren. Zwei dieser Stücke sind von El Dorado County; ein anderes von oktaëdrischem Habitus, dessen Kanten in der oben beschriebenen Weise durch oscillatorische Combination von x gebildet sind, hatte Tuolumne County zum Fundort. Ein Stück von Yreka County zeigte dünne dreiseitige Platten mit Kantenstreifung und hexagonalen Vertiefungen, hervorgerufen durch dasselbe Hexakisoktaëder. In der bereits angeführten Arbeit des Herrn Prof. Blake ist eine Beschreibung nebst einigen Abbildungen von oktaëdrischen Goldkrystallen gegeben, ähnlich den hier erwähnten. Diese Krystalle sind von Princeton Mine, Mariposa County, und dieselben stimmen so sehr in Form und Habitus mit den hier abgebildeten überein, dass es zweifellos erscheint, dass durch Messungen an denselben die gleichen Flächen wie oben gefunden werden würden.

XXVI. Ueber das Vorkommen des Glaukophan.

Von

K. Oebbeke in München.

Bisher waren Glaukophangesteine von folgenden Fundorten bekannt:

1) Von der Insel Syra (Hausmann, Götting. gelehrte Anzeigen 1845, 20. Stück, 193—198; Schnedermann, Journal f. praktische Chemie **34,** 238; O. Luedecke, Zeitschr. d. d. geol. Gesellschaft 1876). Die Gesteine, im Gebiete der altkrystallinen Schiefer auftretend, als Einlagerungen im Glimmerschiefer, zeigen eine grosse Mannigfaltigkeit. Nach Luedecke können folgende Arten unterschieden werden: Glimmerschiefer, Quarzschiefer, Paragonitschiefer, Glaukophan-Eklogit, Eklogit-Glimmerschiefer, Omphacit-Paragonitgestein, Glaukophanschiefer, Glaukophan-Epidotgestein, Omphacit-Zoisit-Gabbro, Glaukophan-Zoisit-Omphacitgestein, Smaragdit-Chloritgestein, Hornblende-Chloritgestein.

2) Aus Thessalien, vom rechten Salamvria-Ufer, westlich Babá und

3) aus dem Ochagebirge in Süd-Euböa (Griechenland).

An ersterem Ort als Glaukophan-Phyllitgneiss, an letzterem als Glaukophan-Epidotschiefer (Becke, Tschermak's mineralog. u. petrogr. Mittheilungen 1880, Neue Folge, **2,** 17—77).

4) Von Zermatt, Nordabhang des Matterhorns, in der Zone der krystallinen Schiefer (Glimmerschiefer) (Bodewig, Pogg. Ann. **158,** 224, 1876; Berwerth, Sitzungsber. d. Wiener Akad. 1885 (I), 153—187 und diese Zeitschr. 1885, **10,** 406; Lohmann, Neues Jahrb. f. Mineralog., Geol. etc. 1884, **1,** 83). Letzterer erwähnt noch Glaukophan-Omphacitgesteine (als Gerölle?) aus dem Bagnethal, welches bei Martigny, und aus dem Saasthal, welches unterhalb Brieg ins Rhonethal mündet.

5) Aus dem Val Tournanche, Südabhang des Matterhorns. Dieses Vorkommen steht vielleicht im Zusammenhange mit demjenigen von Zermatt. Ueber das geologische Vorkommen dieses Gesteins (Gastaldit-Eklogit) fin-

den sich in der Notiz Cossa's keine Angaben (A. Cossa, Neues Jahrb. f. Mineralog., Geolog. etc. 1880, **1**, 162).

6) Aus dem Val d'Aosta, von den Kupfererzlagerstätten Champ de Praz und S. Marcello.

7) Von Brosso bei Ivrea, das Gestein wurde hier wahrscheinlich als Gletschergeröll gefunden.

8) Aus dem oberen Valle di Locana und südlich desselben aus dem Valle-Grande di Lanzo und Val d'Ala. Nähere Angaben über das geologische Vorkommen der unter 6—8 aufgeführten Glaukophan (Gastaldit-)gesteine liegen nicht vor (Strüver, Atti della Reale Acad. dei Lincei 1875, **2**, Serie II a).

9) Aus dem Val d'Aosta, an dem Fahrweg zwischen Verrex und St. Vincent, zwischen den Weilern Berrioz und Nus (?) an der steilsten Stelle des Weges. Hier steht nach Bonney ein Glaukophan-Eklogit an, welcher aus Granat, Hornblende, Glaukophan, Epidot, Glimmer und einem titanhaltigen Mineral besteht. Das Gestein ist der Zone der sog. grünen Schiefer der Schweizer Geologen eingelagert; unter ihm liegen Kalkglimmerschiefer und Hornblende-Epidotschiefer, über ihm Serpentin und grüner Schiefer (T. G. Bonney, Mineralogical Magaz. July 1886, **7**, No. 32, 1—8).

10) Aus dem Flusse Stura, zwischen Germagnano und Lanzo bei Turin. Gerölle von Glaukophan-Eklogit und Omphacit-Eklogit (Williams, Neues Jahrb. f. Mineralog., Geolog. etc. 1882, **2**, 202).

11) Aus dem Canton Genf. Michel-Lévy bezeichnet als Glaukophan-Glimmerschiefer Gesteine, welche als Gerölle bei der Vacherie de Sonvillier, westlich von St. Imier (Berner Jura), bei Pregny in der Nähe von Genf und zwischen Veirier und Etrembières am Fusse des Berges Salève gefunden worden sind. Das von Stelzner beschriebene Glaukophan-Epidotgestein entstammt einem erratischen Block der Walliser Alpen (Michel-Lévy in A. Favre: Description géolog. du Canton de Genève 1879, **1**, 262; Stelzner, Neues Jahrb. f. Mineralog., Geolog. etc. 1883, **1**, 208).

12) Von der Riviera, aus der Gegend zwischen Pegli und Pia, in der Zone der Serpentine. Das Glaukophan führende, schon stark zersetzte Gestein wird von Williams als Glaukophan-Amphibolith, von Bonney als Glaukophan-Gabbro bezeichnet. Nach Bonney besteht dasselbe aus stark zersetztem Feldspath (dieser fehlt nach Williams), Pyroxen (Diallag), welcher in Hornblende umgewandelt worden ist, meist mehr oder weniger faserigem, wahrscheinlich secundärem, Glaukophan und blassgrünem Actinolith (T. G. Bonney, Geolog. Magaz. 1879 Dec., II. **6**, 362 und Mineral. Magaz. 1886 July, **7**, No. 32, 5; Williams, Neues Jahrb. f. Mineralog., Geolog. etc. 1882, **2**, 202).

13) Von der Insel Corsica. Zwischen St. Florent und Bastia wurden

durch Lotti Gesteine aufgefunden, welche von L. Busatti als Glaukophangesteine erkannt wurden. Sie treten sowohl in der Kalk-Serpentinzone, wie in der unteren Gneisszone auf. Erstere ist nach Lotti (Bollett. d. R. geol. d'Italia 1883, No. 3 e 4) vorsilurisch, während sie nach Dieulafait (C. R. Ac. d. Sc. 1883, No. 15) triadisch oder permisch ist. Die grauen oder graugrünlichen, mehr oder weniger schieferigen Gesteine bestehen nach Busatti aus folgenden Mineralien: Glaukophan, weisser Glimmer (Paragonit) und Chlorit als wesentlichen Gemengtheilen, aus Turmalin (selten) und aus secundär gebildetem Calcit, Eisenspath, Quarz, Hämatit und einem Limonit-ähnlichen Mineral (L. Busatti, Schisti a glaucofane della Corsica. Processi verbali della Soc. Tosc. di Sc. Nat. 1885, 28 giugno).

14) Von der Insel Groix (Nordwest-Küste von Frankreich, 14 km vom Morbihan). Die Glaukophangesteine der Insel Groix sind zu unterscheiden in granatführende und in granatfreie (amphibolites à glaucofane und amphibolites grenatifères à glaucofane, Ch. Barrois). Sie wechsellagern mit Chloritschiefern und das ganze Schichtensystem der Insel ist von Barrois auf Blatt 88 der geologischen Karte von Frankreich zum oberen Theil des terrain primitif gestellt, welcher den Chlorit- und Talkschiefern Lory's im Alpengebiet entspricht (Bréon, Bull. Soc. minéralog. de France 1880, **3**, 55; von Lasaulx, Sitzgsber. d. niederrh. Ges. f. Natur- u. Heilkunde 1883, 263—274 u. diese Zeitschr. 1884, **9**, 422; Ch. Barrois, Ann. de la Soc. géolog. du Nord 1883, **9**, 18, Bull. Soc. minéralog. de France 1883, **6**, 287 u. diese Zeitschr. 1885, **10**, 646; Comte de Limur, Bull. Soc. minéralog. de France 1883, **6**, 293).

15) Von Neu-Caledonien, Australien, Umgegend der Balad Mine. Ueber das geologische Vorkommen des dort gefundenen granatführenden Glaukophan-Glimmerschiefers liegen keine Angaben vor (Liversidge, Royal Soc. of N. S. W. 1880, 1. Sept.; diese Zeitschr. 1884, **9**, 568).

16) Aus einer Minette (Glimmersyenit) der Gegend von Wackenbach im Breuschthal (Vogesen). In dieser kommt nach Rosenbusch ein glaukophanartiger Amphibol vor (Mikroskop. Physiogr. II. (1877), 123: I, 472 (1885).

17) Aus Gesteinsschutt. Thürach giebt Glaukophan, aber immer als grosse Seltenheit, in den Zersetzungsproducten verschiedener Gesteine an (Verhandlungen d. physik.-medic. Ges. Würzburg, Nr. 10, 1884, 48. Diese Zeitschr. **11**, 424).

Diesen bekannten Fundorten für Glaukophangesteine kann ich folgende neue hinzufügen:

1) La Barchetta, an der Strasse von Corte nach Bastia, ca. 30 km von letzterem Orte, auf der Insel Corsica. Im Frühjahr 1885 fand ich hier ein graubläulich gefärbtes, äusserlich thonschieferähnliches Gestein anstehend, welches unter dem Mikroskop Glaukophan und Epidot als vorherrschende Gemengtheile erkennen lässt. Ausserdem enthält dasselbe Plagio-

klas und als secundäre Mineralien Quarz, Calcit und ein chloritähnliches Mineral. Es erscheint in Verbindung mit grünen Schiefern, welche ungemein reich an Epidot sind. Nach der geologischen Karte von Hollande (Ann. Sc. Géol. **9**, 9. Art. No. 2) sind bei La Barchetta die gleichen geologischen Verhältnisse wie zwischen St. Florent und Bastia und es dürften somit Glaukophangesteine im Gebiete der krystallinen Schiefer und Serpentine Corsica's eine nicht unbedeutende Verbreitung besitzen.

2) Insel Thermia im Westen der Insel Syra. Die Hauptmasse des Gesteins besteht aus einem intensiv grün gefärbten, stengeligen bis faserigen, seidenglänzenden Mineral von äusserlich strahlsteinartigem Habitus. Unter dem Mikroskop zeigt dieses Mineral schwachen Pleochroismus (|| c grünlich, senkrecht dazu grünlichgelb) und eine grosse Auslöschungsschiefe, in Schnitten parallel (010) bis 40^0 und mehr. Es ist daher wohl als Omphacit zu bezeichnen. Ausser diesem Mineral betheiligen sich an der Zusammensetzung des Gesteins: Glaukophan, weisser Glimmer (Paragonit?), blassröthlicher Granat, Quarz und als mikroskopischer Gemengtheil Rutil.

3) Smyrna (Stelle des alten Smyrna), Kleinasien. Das äusserlich bläulich gefärbte, dichte Gestein besteht unter dem Mikroskop aus Epidot, Glaukophan, Plagioklas, einem chloritähnlichen Mineral und aus einem feinkörnigen Gemenge von Quarz (?) und Feldspath (?).

Gesteinshandstücke von den letzten beiden Fundorten befinden sich in der geologischen Sammlung der k. Akademie der Wissenschaften in München. Durch das liebenswürdige Entgegenkommen der Herren Conservatoren von Schaffhäutl und von Zittel war es mir möglich, diese Gesteinsproben untersuchen zu können.

Ch. Barrois giebt in seiner Arbeit über die Gesteine der Insel Groix (l. c. 50) an, dass die blauschwarzen Amphibole (Karinthin Werner's und Sandberger's) der typischen Eklogite des Fichtelgebirges unter dem Mikroskop nicht vom Glaukophan unterschieden werden können. Ich habe eine grosse Anzahl Eklogite von verschiedenen Fundorten des Fichtelgebirges, welche sich in der petrographischen Sammlung des mineralogischen Institutes der Universität befinden, und welche mir Herr Prof. Groth in der zuvorkommendsten Weise zur Untersuchung überlassen hat, studiren können, aber keine Anhaltspunkte für die unbedingte Bestätigung der Angabe Barrois' gewonnen. Auf eine Anfrage an Herrn Prof. Sandberger, bezüglich des Vorkommens von Glaukophan in Eklogiten des Fichtelgebirges, theilte Dieser mir gütigst mit, dass er niemals ein Mineral mit den für Glaukophan charakteristischen optischen Eigenschaften in den fraglichen Gesteinen beobachtet habe. Den Eklogiten des Fichtelgebirges auffallend ähnliche Gesteine, mit prächtigen mikroskopischen Rutilen, finden sich im Gebiete der krystallinen Schiefer der Insel Shikok (Japan); sie wurden seiner Zeit von Herrn Dr. Naumann gesammelt und mir gütigst zur Unter-

suchung überlassen. Die blauschwarze, stark pleochroitische Hornblende erinnert auch hier, auf den ersten Anblick hin, sehr an Glaukophan; aber unter dem Mikroskop zeigt sie, wie diejenige der Fichtelgebirger Eklogite, nicht genau die gleichen optischen Eigenschaften. In Schnitten, welche mehr oder weniger parallel dem Klinopinakoid sind, ist der Pleochroismus des Karinthin demjenigen des Glaukophan sehr ähnlich ($\parallel$ c schön dunkelblau bis blaugrün, $\parallel$ a hellgrün bis grün). Die Auslöschungsschiefe in diesen Schnitten war aber stets erheblich grösser, als in den entsprechenden des Glaukophan. Ich hoffe bald in der Lage zu sein, eingehendere Mittheilungen machen zu können über die eventuellen Beziehungen, welche zwischen der dunkeln Hornblende der Eklogite und dem Glaukophan bestehen.

Während allgemein die Auslöschungsschiefe des Glaukophan klein gefunden wurde (c : c $= 4 - 6^0$, höchstens 9^0), giebt Lohmann für dieselbe Werthe an, welche $21^0 - 41^0$ betragen (Syra $21 - 28^0$, Zermatt 41^0 etc.). Dass diese Angaben sich unmöglich auf Schnitte aus der Prismenzone beziehen können, ist wohl selbstverständlich.

Die optische Axenebene des Glaukophan ist das Klinopinakoid. Nach Michel-Lévy soll jedoch beim Glaukophan von Versoix (Valais) dieselbe in einer Ebene liegen, welche nahezu senkrecht zum Prisma steht (in der Arbeit von Ch. Barrois l. c. 50).

Wird der Glaukophan vorsichtig geglüht, so verliert er seine blaue Farbe und wird braun bis röthlichbraun. Der Pleochroismus nach dem Glühen ist:

$\parallel$ c schwingende Strahlen, dunkelrothbraun bis hellrothbraun,
$\perp$ c schwingende Strahlen schmutziggelbgrün, hellgelb bis farblos.

Die blaue Färbung scheint durch ein Eisenoxydulsilicat bedingt zu sein, dessen Eisenoxydul beim Glühen in Eisenoxyd umgewandelt wird. Die Probe wurde mit Glaukophan von Syra aus der hiesigen Sammlung ausgeführt.

XXVII. Auszüge.

---

1. **F. Becke** (in Czernowitz): **Aetzversuche an Mineralien der Magnetitgruppe** (mit 2 Tafeln und 2 Holzschn. Tschermak's min. u. petr. Mitth. 1885, **7**, 200). Der Verf., dem wir bereits mehrere Beiträge zur Kenntniss der Aetzfiguren (Zinkblende, Bleiglanz, s. diese Zeitschr. **11**, 54 u. 273) verdanken, unternahm obgenannte Arbeit, um den Zusammenhang der Aetzfiguren mit dem Krystallbau weiter zu verfolgen und so Material zu einer späterhin zu veröffentlichenden Theorie der Aetzfiguren zu sammeln.

Ein grosser Theil der in seinen früheren Untersuchungen aufgestellten Sätze konnte auch durch die vorliegende bestätigt werden, nur musste der Satz »die Aetzflächen stehen in einem gewissen Gegensatz zu den Spaltflächen, sodass Spaltflächen nicht zugleich Aetzflächen sein können« fallen gelassen werden, da sich zeigte, dass bei der Zinkblende auch (110) und beim Bleiglanz (100) zugleich Aetzflächen sein können. Hierdurch verliert auch der Satz, dass »die Aetzflächen die Flächen grösster normaler Cohäsion sind«, seine Gültigkeit.

I. Magnetit. Zumeist wurden Oktaëder von Pfitsch verwandt; als Aetzmittel dienten Salzsäure, Schwefelsäure, Salpetersäure und saures schwefelsaures Kali.

1) Oktaëder. Die Aetzung mit den verschiedenen Säuren ergab fast immer ganz ähnliche Figuren, dreiseitige Aetzgrübchen, deren Umriss gegen die Oktaëderfläche verwendet ist; die Seitenflächen liegen also wie beim Bleiglanz in der Zone der Triakisoktaëder.

a. Aetzung mit Salzsäure. Am besten gelang die Aetzung mit siedender, 15—20% Salzsäure bei einer Aetzdauer von 5 Minuten. Es entstehen Aetzgrübchen, deren Umriss gleichseitig und im Allgemeinen gleichwinklig, deren Flächenconfiguration im Innern aber monosymmetrisch ist, indem eine der drei Seitenflächen durch einen Ausschnitt unterbrochen ist, dessen Winkel nahe 120° ist. Die monosymmetrische Gestalt findet sich an Aetzgrübchen aller drei möglichen Stellungen. Die Spitze der vertieften Pyramide ist oft durch eine (111) parallele Fläche abgestumpft; bisweilen ist dies auch an den Polkanten der Pyramide der Fall.

Die Lichtfigur zeigt vollkommene Trisymmetrie; sind z die Reflexe der Seitenflächen der Aetzgrübchen, o der der geätzten Fläche entsprechende Centralreflex, ζ, x, und $x_{,,}$ die durch untergeordnete Abstumpfungen hervorgebrachten

Reflexe und $o_, z_,$ die Reflexe der benachbarten Oktaëderfläche, so sind, abgesehen von dem o zu nahe liegenden Reflex ξ:

Gem.:	$oz = 26^0 14'$ $o_, z_, = 27\ \ 3$	$ox_, = 12^0\ 8'$	$ox_{,,} = 23^0 59'$
Ber.:	$(111):(992) = 27\ 20$	$(111):(322) = 11\ 25$	$(111):(522) = 25\ 24$

Die Reflexe $z_,$, $x_,$, $x_{,,}$ entsprechen demnach Flächen mit relativ einfachen Indices, $z = (992)$, $x_, = (322)$, $x_{,,} = (522)$; oz ist immer etwas kleiner als $o_, z_,$, $z_,$ liegt also näher an der Dodekaëderfläche als z.

»Bei Aetzgrübchen schreitet die Lösung am Rande rascher als in der Tiefe vor, und umgekehrt werden bei Aetzhügeln die Spitzen und Kanten energischer gelöst als der Fuss, was zur Folge hat, dass statt der angelegten Fläche Flächen entstehen, die gegen die geätzte Fläche weniger steil geneigt sind, als sie sollten. Der Verf. bezeichnet »diese rein mechanische, nicht im Krystallbau begründete Störung in der Lage der Aetzflächen, wodurch sich dieselben der geätzten Fläche nähern«, als »Schleppung«.

Der Messung nach treten die z-Reflexe fast symmetrisch um die Lage des Dodekaëders aus; die Seitenflächen der Aetzfigur werden demnach aus zwei unter einem stumpfen Winkel symmetrisch zur Dodekaëderfläche liegenden Triakisoktaëdern gebildet.

An Gelatineabdrücken der Aetzfigur beobachtet man, bei scharfer Einstellung des Mikroskops auf die Spitze derselben, dass sich die Kanten nicht geradlinig schneiden, sondern in einen schnabelartigen, schief aufsteigenden, fadenförmigen Fortsatz auslaufen, der der Abguss eines sich in schräger Richtung in den Krystall einsetzenden Kanales zu sein scheint. Es scheinen also Kanäle vorhanden zu sein, die parallel den Oktaëderkanten verlaufen und die geätzte Oktaëderfläche in drei verschiedenen, in der Symmetrieebene gelegenen Richtungen schneiden. Aus dem wahrscheinlichen Vorhandensein dieser Kanäle erklärt sich auch die einseitige Ausbildung und monosymmetrische Gestalt der Aetzfiguren.

Bei Anwendung verschieden concentrirter Salzsäure schwankt der Winkel oz nur innerhalb kleiner Grenzen.

b. Aetzung mit Schwefelsäure. Geätzt wurde mit einem Gemenge von 1 Theil englischer Schwefelsäure und 1 Theil Wasser. Aetzt man damit im Wasserbad 10 Minuten lang, so erscheinen zahlreiche, reihenweise angeordnete, kleine dreiseitige Aetzgrübchen. Die Flächen derselben erglänzen auf zwei in einer Kante zusammenstossenden Oktaëderflächen gleichzeitig und geben einen schwachen Reflex, der mit dem Reflex der Oktaëderfläche einen Winkel $od = 35^0\ 15'$ einschliesst. Bei fortgesetzter Aetzung, 30 Minuten, werden die Aetzgrübchen grösser und deutlicher, das Lichtbild complicirter; in diesem Falle entsprechen die Reflexe Flächen mit einfachen Indices, und zwar $d = (110)$, $\zeta = (776)$ und $x = (522)$.

Gem.:	$od = 35^0 17'$	$o\zeta = 4^0 4'$	$ox = 25^0 24'$
Ber.:	$(101):(111) = 35\ 16$	$(767):(111) = 4\ 3$	$(252):(111) = 25\ 24$

Die Reflexe x rühren von für Schwefelsäureätzung charakteristischen Abstumpfungen der Seitenkanten der Aetzgrübchen, die Reflexe ζ, die von eigenthümlichen hyperbolischen Lichtschweifen begleitet sind, von Abstumpfungen der vertieften Spitze der Aetzgruben, sowie von flachen Grübchen her, die zwischen den tieferen Aetzfiguren dichtgedrängt die Oktaëderfläche bedecken. Auch hier erscheinen nur monosymmetrische Aetzfiguren. Bei 5 Minuten langer Einwirkung verdünnter Schwefelsäure bei 125^0 C. wird das Lichtbild complicirter; es er-

scheinen zwei d-Reflexe, deren jeder nur durch die Aetzfiguren der einen, nächstgelegenen Oktaëderfläche hervorgerufen wird, ferner tritt ein neuer Triakisoktaëderreflex auf, der Reflex ζ(776) rückt näher an o und die Schweife schliessen zu einem langen Ikositetraëder zusammen. Nach 10 Minuten langer Aetzung tritt eine Verbreiterung der d-Reflexe ein, sie werden um 5^0 dem Centralreflex näher gerückt, ferner zerfallen die x-Reflexe in zwei Gruppen, von denen die innere aus 2—3 sehr genäherten Reflexen besteht.

Gem.:	$od = 30^0 32'$	$oz = 9^0 54'$	$o\xi_1 = 2^0 28'$
Ber.:	(111):(881) = 30 13	(111):(332) = 10 1	

Gem.:	$o\xi_2 =$ 9 56	$ox_1 = 22^0 22'$, $ox_2 = 22^0 51'$, $ox_3 = 23^0 29'$
Ber.:	(111):(10.7.7) = 11 25	(111):(733) = $23^0 31'$

Gem.:	$ox_4 =$ 27 58
Ber.:	(111):(311) = 29 30

Der Reflex d weicht nur wenig von der Lage des Dodekaëders ab, am nächsten kommt ihm das Zeichen (881), z entspricht ziemlich genau (332), für ξ_1 und ξ_2 hat die Berechnung wenig Werth, letztere entspricht so ziemlich (10.7.7). Die x-Reflexe ersetzen höchstwahrscheinlich den einfachen Reflex (522); x_1 bis x_3 entsprechen Vicinalflächen mit complicirten Zeichen, die sich (733) nähern, x_4 stimmt so ziemlich mit (11.4.4) oder auch (311) überein.

Bei 15 Minuten langer Einwirkung tritt im Lichtbild eine weitere Auflösung im Centrum ein, die anderen Reflexe werden stark breiter, sodass die d-Reflexe aus drei verschmolzenen Reflexen bestehen, von denen zwei ausserhalb der Zone liegen und Hexakisoktaëdern entsprechen.

Gem.:	$od = 31^0 57'$	$oz = 7^0 41'$	$o\zeta = 1^0 17'$
Ber.:		(111):(443) = 7 20	

Gem.:	$o\xi =$ 11 18	$ox_1 =$ 23 15	$ox_2 =$ 27 24
Ber.:	(111):(322) = 11 25	(111):(733) = 23 31	(111):(11.4.4) = 27 31

Für d ist eine Berechnung ohne Werth, z entspricht (443), ξ = (322), x_1 wie früher = (733), x_2 = (11.4.4). Auch hier erscheinen nur monosymmetrische Aetzfiguren. Die Monosymmetrie hat ihren Grund in der Verschiedenheit der Lage der x-Flächen; x_4 entsprechen die kleineren und steileren paarigen Kantenabstumpfungen, x_1—x_3 die grösseren, flacheren, was verständlich wird, wenn man bedenkt, dass die Vertiefung der Aetzfiguren in einer gegen o schiefen Richtung fortschreitet. Diese Verschiedenheit der Lage der x-Flächen folgt aus der verschiedenen Stellung der entstehenden x-Flächen gegen die einseitige Richtung der bereits oben erwähnten Störung in der Molekularstructur (den Kanälen), welcher auch die Aetzfigur ihre Monosymmetrie verdankt. Bei Aetzung mit Schwefelsäure über 140^0 werden nur mehr unregelmässige eisblumenähnliche Aetzriefen gebildet.

c. Salpetersäure. Verdünnte Säure muss 2—3 Stunden einwirken, es entstehen nur kleine, oft reihenförmig angeordnete, den Schwefelsäurefiguren ähnliche Aetzfiguren; neben vollkommen trisymmetrischen sind auch monosymmetrische vorhanden.

d. Saures schwefelsaures Kalium. Deutliche Einwirkung nur nach sehr kurzer, 1—$1\frac{1}{2}$ Minuten langer Aetzdauer. Das Salz wurde im Platintiegel zum Schmelzen gebracht und der Krystall nach Mässigung der Flamme in einem Platinkörbchen in die Schmelze eingeführt. Die Oktaëderflächen werden matt und

senden in der Richtung der Dodekaëderflächen einen Schimmer aus. Unter dem Mikroskop bei auffallendem Licht zeigt sich auf (111) ein System von drei unter 120° sich schneidender, den Oktaëderkanten paralleler, glänzender Linien, welche von winzigen, reihenförmig geordneten Grübchen herrühren, die von Dodekaëderflächen gebildet sind.

2) Dodekaëderfläche. Am tauglichsten zur Aetzung waren an den Oktaëdern von Pfitsch angeschliffene Dodekaëderflächen, ausserdem kamen zur Untersuchung natürliche (110) von Morawitza; solche von Nordmarken zeigten keine Einwirkung.

a. Salzsäure. Die Aetzung geschah wie auf der Oktaëderfläche; es entstehen, ausser etwas gebogenen flachen, wenige, sehr kleine und tiefe Aetzgrübchen, die von den benachbarten vier Dodekaëder- und zwei Oktaëderflächen gebildet werden. Im Lichtbild sind ausser dem Centralreflex nur zwei senkrecht zur Aetzzone verbreiterte Reflexe vorhanden, die von den Riefen herrühren, $dz = 13^0\,52'$, $(101):(313) = 13^0\,15'\,50''$; auf der zweiten Fläche sind die z-Reflexe gegliedert
$dz = 15^0\,44'$, $(101):(525) = 15^0\,47'$; $dz_1 = 7^0\,10'$, $(101):(11.2.11) = 7^0\,19'$.

An den Pfitscher Krystallen erschienen viele Aetzgrübchen, es konnte constatirt werden, dass an der Begrenzung derselben die benachbarten Oktaëderflächen theilnehmen, auch dieselben Abstumpfungen vorkommen, die bei der Schwefelsäurefigur die x-Reflexe bilden. Der Centralreflex ist undeutlich. $zz_1 = 15^0\,43'$, $dz = 7^0\,51{,}'5$, $(101):(515) = 8^0\,3'$.

Die Riefen des Dodekaëders werden von denselben Flächen gebildet, wie die Aetzgrübchen auf den Oktaëderflächen. Ebenso zeigte sich dies bei Aetzung mit

b. Schwefelsäure, wo undeutliche Riefen entstanden und auch das Lichtbild ganz ähnlich dem bei der Salzsäureätzung war; $dz = 4^0\,50'$, $(101):(818) = 5^0\,3'$.

3) Würfelfläche. Am besten gelang die Aetzung an angeschliffenen (100) von Pfitscher Krystallen.

a. Salzsäure. Es treten hier dichtgedrängte kleine Aetzhügel auf, die von denselben Aetzflächen gebildet werden, wie die Aetzgrübchen auf (111) und (110). Im Lichtbild verliert sich der Centralreflex, statt dessen erscheinen Reflexe in der Lage der Dodekaëderflächen. Diese trennten sich an einem, in siedender 20 % Salzsäure 10 Minuten lang geätzten Krystall in der Richtung der Triakisoktaëderzone in zwei getrennte Reflexe ($w_1 - w_8$), die sich durch Schleppung (100) nähern; gemessen: $w_1 w_2 = 11^0\,52'$, $w_2 w_3 = 42^0\,2'$, $w_1 w_4 = 60^0\,32'$. Daraus wurde die Position der Aetzfläche als annähernd (861) bestimmt, berechnet: $11^0\,25'$, $41^0\,11'$, $59^0\,1'$. Ausserdem zeigt sich noch das Lichtbild der Würfel- und Dodekaëderflächen; $oz = 24^0\,36'$.

Bei fortgesetzter Aetzung nähern sich die w-Reflexe noch mehr (100).

b. Schwefelsäure. Hierbei zeigen sich die Aetzhügel oft durch eine (100) parallele Fläche, oder durch die vier Flächen eines stumpfen Tetrakishexaëders abgestumpft. Im Lichtbild verschwindet der Centralreflex, sehr deutlich sind die vier Reflexe der Dodekaëderflächen d, und von diesen aus gehen lichtschwache, gegen (100) gerichtete Arme t aus, entsprechend den Abstumpfungen durch Tetrakishexaëderflächen.

		$hd = 40^0\,31'$,	$ht = 17^0\,15'$	
30 Min. Aetzg.,		$hd = 41\;\;40$,	$ht_1 = 24\;\;28$,	$ht_2 = 15^0\,54'$
			$(100):(210) = 26\;\;34$	
15 Min. -	125^0 C.	$hd = 38\;\;32$,	$ht = 18\;\;53$	
			$(100):(310) = 18\;\;26$	

Die Werthe für d kann man auf durch Schleppung modificirte Dodekaëderflächen beziehen, t nähern sich den einfachen Tetrakishexaëdern (210) und (310). — Es wurden noch Krystalle von Gora Blagodat, Minas Geraës, Nordmarken und Binnenthal einer Aetzung unterworfen. Die Resultate derselben stimmen fast vollständig mit den hauptsächlich an Pfitscher Krystallen erhaltenen, nur die Binnenthaler Krystalle verhielten sich abweichend. Verdünnte Schwefelsäure wirkt nur langsam ein und es entstehen (nach ca. 40 Minuten) auf (111) dicht gedrängte, kleine sechseckige flache Grübchen, ausserdem noch wenige Aetzgrübchen, wie sie an Pfitscher Krystallen erhalten wurden. Nach den Messungen würden die Aetzflächen beiläufig (533), (433), (774) und (11.11.1) entsprechen.

II. Der Verf. machte auch Aetzversuche an den übrigen Gliedern der Magnetitgruppe, so an Franklinit, Spinell, Pleonast und Linneït (Kobaltnickelkies). Die Resultate derselben stimmen im Wesentlichen mit denen am Magnetit überein. Franklinit von Sparta, 30 Minuten lang mit 17,5 % Salzsäure in Siedetemperatur, rother Spinell von Ceylon und Pleonast vom Fassathal mit saurem schwefelsaurem Kali oder mit schmelzendem Aetzkali geätzt, gaben die gleichen Aetzfiguren wie Magnetit; Hauptätzzone ist die Zone der Triakisoktaëder, Dodekaëder und Oktaëder sind die primären Aetzflächen.

Linneït. Dieses in der chemischen Zusammensetzung dem Magnetit nahe verwandte Mineral wurde bereits von Baumhauer (1874) auf seine Aetzfiguren geprüft. Dieser Forscher fand bei Aetzung mit warmer rauchender Salpetersäure auf (111) kleine dreiseitige, durch (110) oder (hhl) hervorgebrachte Vertiefungen. Ebensolche fand Becke bei Aetzung mit Salzsäure, der einige Tropfen Salpetersäure beigemengt waren; die Krystalle zeigten einen Schimmer in der Richtung der Dodekaëderflächen. Demnach verhält sich Linneït bei Aetzung mit Säuren ganz so wie Magnetit.

Ganz anders jedoch verhält sich Linneït bei Aetzung mit Kalihydrat.

Ein Krystall eine Stunde lang mit concentrirter Kalilauge behandelt, bedeckt sich mit einer schwarzbraunen Hülle; entfernt man diese mit Salzsäure, so zeigt sich die Oktaëderfläche ganz bedeckt mit schönen dreiseitigen Aetzfiguren, die grösser als die Säurefiguren und in verwendeter Stellung erscheinen. Das Lichtbild ist dreistrahlig, die Strahlen entsprechen der Ikositetraëderzone; in der Richtung der Würfelfläche zeigt sich ein Schimmer auf allen vier benachbarten Oktaëderflächen. Ganz ähnliche Aenderung des Aetzerfolges beobachtete der Verf. auch an Zinkblende und Bleiglanz, sobald ein Aetzmittel, das eine grössere Verwandtschaft zu Schwefel hatte, in Anwendung kam. Auch beim Pyrit und Glanzkobalt scheint dies der Fall zu sein; über diese Mineralien verspricht der Verf. ausführliche Mittheilungen demnächst zu bringen.

»Der Erfolg der Aetzung wird bei einer Aenderung des Aetzmittels nur dann ein anderer, wenn durch das neue Aetzmittel ein ganz anderer chemischer Process hervorgerufen wird.«

Magnetit wird von Aetzkali überhaupt nicht angegriffen, Spinell zeigt bei Aetzung mit diesem ganz gleiche Resultate wie mit saurem schwefelsaurem Kali; Linneït hingegen verhält sich gegen Säuren wie Magnetit, also Triakisoktaëderzone als Hauptätzzone, bei Aetzung mit Aetzkali hingegen die Ikositetraëderzone als Hauptätzzone.

III. Die primären Aetzflächen sind Flächen grössten Lösungswiderstandes.

Der Verf. erbrachte durch Versuche den Nachweis, dass auch beim Magnetit obenangestellter Satz seine vollständige Gültigkeit hat, indem sich bei diesem Mineral von (111) und (110) weniger löst als von (100). Zuerst gelang ihm dies, indem er die Dicke jener Schicht bestimmte, die sich in gleicher Zeit unter gleichen Umständen auf den verschiedenen Krystallflächen löste. Es wurde an einem Krystall ein Paar paralleler (100)h_1, ein Paar (110)d und zwei Paare paralleler (111)o angeschliffen und dann die Dicke des Krystalls zwischen diesen parallelen Flächenpaaren vor (h_1, d_1, o_1, o_1') und nach (h_2, d_2, o_2, o_2') der Aetzung vermittelst eines Mikroskopes bestimmt, indem der Verf. den Krystall zwischen den mittelst der Mikrometerschraube verschiebbaren, eben abgeschliffenen Theil des Mikroskoptubus und den eben abgeschliffenen Objecttisch brachte und die Differenz (h, d, o, o') vor und nach der Aetzung durch Verschiebung der Mikrometerschraube, deren Theilstrich = 0,0025 mm ist, abgelesen wurde.

Es sei nur einer von den vier angegebenen Versuchen citirt: Krystall von Pfitsch mit 20 % Salzsäure 30 Minuten geätzt: $h = h_1 - h_2 = 88$ Theilstriche, $d = d_1 - d_2 = 50$, $o = o_1 - o_2 = 53$, $o' = o_1' - o_2' = 54{,}5$. Die angegebenen Zahlen beweisen, dass der obenangestellte Satz seine vollständige Richtigkeit hat; auch scheint (110) der Lösung einen grösseren Widerstand als (111) entgegen zu setzen. Endlich versuchte der Verf. noch einen Beweis hierfür zu erbringen, indem er, ähnlich wie dies O. Meyer und G. Tschermak am Calcit ausführten, die Gestaltveränderung, die eine Kugel bei der Auflösung erfährt, beobachtete. Der Theorie nach müsste die Kugel in jenen Richtungen, in denen der Krystall am leichtesten löslich ist, eine Abplattung erfahren, in den Richtungen des grössten Widerstandes würde die Lösung zurückbleiben, es würden sich Ecken und Kanten bilden. Die Magnetitkugel müsste also einen Körper liefern, der in der Richtung der Dodekaëder- und Oktaëdernormalen vorspringende Kanten und Ecken besitzt, also einen würfelähnlichen Körper mit in der Mitte ausgebauchten Kanten.

Eine Magnetitkugel, mit Schwefelsäure vier Stunden im Wasserbade behandelt, zeigte an Stelle der Würfelflächen matte Vierecke, während glänzende Streifen die Triakisoktaëderzone bezeichneten; auch konnte constatirt werden, dass die Kugel in der Richtung der Würfelnormalen stärker als in der Dodekaëder- und Oktaëdernormalen an Dicke abgenommen hat.

Darnach ist wohl der Beweis geliefert, »dass jene Flächen, welche im einfachsten Fall die Aetzfiguren begrenzen, v. Ebner's primäre Lösungsflächen, identisch sind mit jenen Flächen, welche der Lösung den grössten Widerstand leisten. Normal zu diesen Flächen existirt also eine Richtung innigsten chemischen Zusammenhanges oder eine Richtung grösster Widerstandsfähigkeit gegen die Zersetzung.

Die Lösungsflächen sind also normal auf die Richtung grössten Lösungswiderstandes.«

Der Verf. versucht nun am Schlusse dieses Abschnittes die v. Ebner'sche Definition von den primären Lösungsflächen (vergl. diese Zeitschr. **11**, 172) in möglichsten Einklang mit der seinen zu bringen.

IV. Zur Frage, ob die Aetzflächen dem Parametergesetz gehorchen. Complication der Aetzfiguren.

Die primären Aetzflächen sind stets krystallonomisch bestimmte Flächen, die aus diesen sich entwickelnden secundären Aetzflächen entsprechen jedoch vielfach nicht dem Gesetz von der Rationalität der Indices. Verf. stellt nun die Frage

so: nimmt das Parametergesetz einen merklichen Einfluss auf die Lage der Aetzflächen?

Diese Frage kann bejaht werden; so entsprechen die bei Schwefelsäureätzung am Magnetit zwischen (111) und (110) auftretenden secundären Aetzflächen z ziemlich genau (332) und (443), die Abstumpfungsflächen der Kanten der Schwefelsäurefigur x dem (522), an anderen Krystallen (311) etc.: auch die ξ-Reflexe entsprechen Flächen mit einfachen Indices.

»Das Auftreten von Flächen mit einfachen Indices wird dadurch begünstigt, dass solchen Flächen eine grössere Reticulardichte zukommt, dass sie dichter mit Molekeln besetzt sind und daher der Auflösung einen grösseren Widerstand entgegensetzen, als Flächen mit complicirten Indices.«

Die Aetzfiguren werden aber nicht immer von Flächen mit einfachen Indices begrenzt, es scheint aber, als ob in den meisten Fällen dies anfänglich doch der Fall war, dass aber durch eingetretene Complicationen, die sich durch die geänderten Concentrationsverhältnisse im Innern der Aetzgrübchen und in der Umgebung der Aetzhügel erklären lassen, der ursprüngliche Zustand sich nicht erhalten konnte.

Die Complicationen, die bei länger dauernder Aetzung an den Aetzfiguren auftreten, sind:

1) Verschiebung der Reflexe in der Richtung gegen die geätzte Fläche oder »Schleppung«.

2) Verbreiterung der Reflexe quer auf die Richtung der Aetzzone oder Krümmung der Aetzflächen.

3) Auflösung einzelner Reflexe in zwei genäherte, also Entstehung zweier, unter stumpfen Winkeln geneigter Aetzflächen, statt einer.

4) Auftreten neuer Reflexe zwischen schon vorhandenen, also Abstumpfung der Kanten der Aetzfigur durch neue Flächen.

Werden Aenderungen in der Concentration des Aetzmittels verhütet, indem man dasselbe sehr verdünnt oder durch Umrühren oder Sieden in Bewegung versetzt u. dergl., so entstehen regelmässigere, weniger modificirte Aetzfiguren.

Steht die Aetzzone senkrecht auf einer Symmetrieebene des Krystalls, so werden alle Verzerrungen in symmetrischer Weise erfolgen und man deshalb auch in stark veränderten Formen noch immer die Grundform erkennen können: dies ist jedoch meist nicht mehr der Fall, wenn die Aetzzone auf keiner Symmetrieebene senkrecht steht, da dann einseitige Krümmungen erfolgen, die die Grundform bis zur Unkenntlichkeit verwischen.

V. Die Aetzzonen. Vergleich des Magnetit mit anderen Mineralien.

Die Angabe bestimmter Zonen als Hauptätzzonen ist entschieden besser, als die blosse Angabe der primären Lösungs- resp. Aetzfläche; so kann man der letzteren nicht entnehmen, warum beim Magnetit auf (100) Aetzhügel, auf (111) Aetzgrübchen entstehen, während in der Angabe »Triakisoktaëderzone oder Kantenzone des Oktaëders ist Hauptätzzone des Magnetit bei Aetzung mit Säuren« schon enthalten ist, dass auf den Flächen der Aetzzone, (111) und (110), Grübchen, auf den ausserhalb dieser Zone liegenden (100) Aetzhügel erscheinen. Ferner ist dadurch die Gestalt der Aetzgrübchen auf (111) und der Sinn der Riefung auf (110) gegeben. Auch braucht man sich nicht zu entscheiden, welche von den beiden Flächen (111) und (110) als eigentliche primäre Aetzfläche aufzufassen ist; es sind eben beide primäre Aetzflächen, da beide primäre Flächen

der Aetzzone sind. Nach v. Ebner wäre wohl (110) als primäre Lösungsfläche anzugeben.

Ausserdem treten bei Modificationen der Aetzfiguren häufig statt der primären secundäre Aetzflächen auf, die sich z. Th. durch Schleppung, z. Th. auch nicht durch solche erklären lassen. Diese Lageveränderungen treten immer im Sinne einer bestimmten Zone, der Aetzzone, auf.

Es ist wahrscheinlich, dass allen Flächen der Aetzzone ein grösserer Lösungswiderstand zukommt; alle Flächen einer Zone haben nun eine bestimmte Kantenrichtung gemeinsam, daher wahrscheinlich diese Kanten von Säuren schwer zerstörbar sind. Berücksichtigt man dann, dass diese Kanten nichts anderes sind als Molekelreihen, so wird es möglich sein, diesen Gesichtspunkt weiter verfolgend, die durch Aetzung gefundenen Thatsachen mit den Theorien von der Krystallstructur in Einklang zu bringen. Der Verf. bespricht nun die Art und Weise, wie man sich am Magnetit die Wirksamkeit solcher Molekelreihen bei der Lösung vorstellen kann und stellt den Satz auf, »dass schon in der Gestalt der einzelnen Krystallmolekel, bez. in ihrem Aufbau aus kleinen Theilchen ein Umstand liegen muss, der bewirkt, dass die einzelne Molekel von (100) her leichter als von (110) her aufgelöst wird.

Beim Linneït dreht sich bei Aetzung mit Alkalien dies Verhältniss so um, dass die Punkte grössten Widerstandes und leichtester Löslichkeit geradezu ihre Stelle wechseln, woraus man wohl schliessen darf, dass auf diese Verhältnisse auch die Stellung der Elementenatome innerhalb der Krystallmolekel von grossem Einfluss sei, die Krystallmolekel des Linneït demnach einen solchen Bau besitzen, dass die chemischen Molekel, die sie zusammensetzen, ihre Metallatome (100), ihre Schwefelatome (110) zukehren. Beim Magnetit müsste man eine analoge Stellung für die Sauerstoffatome annehmen. Zum Schluss giebt der Verf. einen Vergleich der Aetzzonen des Magnetit mit denen der Zinkblende und des Bleiglanzes.

Ref.: E. Hussak.

2. O. Luedecke (in Halle a. S.): **Datolith von Casarza in Ligurien** (Zeitschrift f. Naturwiss. 1886, **58**, 276). Verf. beschreibt die Krystallformen des von Bechi im Bull. Com. geolog. 1879, S. 530 (s. diese Zeitschr. **4**, 406) aufgefundenen und analysirten Datolithvorkommens. Legt man das von Rammelsberg vorgeschlagene Axenverhältniss $a : b : c = 0,6329 : 1 : 0,6345$, $\beta = 89^0 54'$, der Betrachtung zu Grunde, so sind die beobachteten Formen folgende: $a = \infty P\infty (100)$, $c = 0P(001)$, $g = \infty P(110)$, $m = \infty R2(120)$, $M = R\infty (011)$, $u = -2P\infty (201)$, $n = -R2(122)$, $\varepsilon = P(\bar{1}11)$, $\beta = -2R4(142)$, $\mu = 2P2(\bar{2}11)$, $\lambda = \frac{3}{2}P\frac{3}{2}(\bar{3}22)$ und $q = -\frac{1}{3}P(113)$. Von diesen Formen ist $M = (011)$ gewöhnlich im Verein mit $\varepsilon = (\bar{1}11)$ gross ausgebildet; die anderen treten dann an Grösse sehr zurück, oder, was seltener ist, es sind $\beta = (142)$ und $\varepsilon = (\bar{1}11)$ grösser als die übrigen. Auf dem Goniometer wurden die Zonen $[agm]$, $[nn\beta]$, $[anM\varepsilon]$, $[auc]$, $[a\mu\lambda\varepsilon]$, $[cqg]$ und $[\varepsilon m\beta M]$ controlirt und folgende Winkel gemessen:

	Gemessen an: Krystall 1.	2.	3.	Berechnet:
$a : g = (100):(110) =$	$32^0 29,'5$	$10,'6$	—	$19'$
$g : m = (110):(120)$	19 13,5	27,7	—	22
$m : m = (120):(\bar{1}20)$	76 35,5	35,5	—	38
$n : n = (1\bar{2}2):(122)$	59 9	—	—	13

	Gemessen an: Krystall 1.	2.	3.	Berechnet:
$n : \beta = (122):(142) =$	19° 0,5	—	—	3'
$a : n = (100):(122)$	66 57,5	54'	—	56
$n : M = (122):(011)$	22 57	49,7	57'	59
$M : \varepsilon = (011):(\bar{1}11)$	40 14	31	28	28
$a : u = (100):(201)$	26 30,5	—	—	25
$u : c = (201):(001)$	63 19	—	—	29
$\varepsilon : m = (11\bar{1}):(120)$	43 54	—	—	46
$m : \beta = (120):(142)$	39 16	—	—	20
$\beta : M = (142):(011)$	25 39,4	—	—	42
$a : \mu = (100):(\bar{2}11)$	—	30° 19	—	23
$\mu : \lambda = (\bar{2}11):(\bar{3}22)$	—	7 37,5	—	48
$\lambda : \varepsilon = (\bar{3}22):(\bar{1}11)$	—	11 41	—	26
$c : q = (001):(113)$	—	21 21	—	38
$q : g = (113):(110)$	—	68 13	—	17

Ref.: Luedecke.

3. B. Luedecke (in Halle a. S.): **Krystallographische Beobachtungen an organischen Verbindungen** (Zeitschr. f. Naturwiss. 58, 438).

1. Caffeïnmethyljodid. ($C_8H_{10}N_4O_2.CH_3J + H_2O$.)

Krystalle aus Wasser.

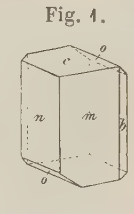
Ueber die Darstellung des sowohl aus natürlichem wie künstlichem Caffeïn erhaltenen Caffeïnmethyljodids vergl. E. Schmidt, Liebig's Annalen, **217**, 286. Die auf beiden Wegen dargestellten Krystalle sind vollkommen identisch und gehören dem asymmetrischen System an; die Krystalle aus künstlichem Caffeïn ergaben:

$$a : b : c = 0,6962 : 1 : 0,4161$$

$$\alpha = 91^0 24,'1, \quad \beta = 105^0 8,'7, \quad \gamma = 91^0 55,'9$$
$$A = 91\ 58,6, \quad B = 105\ 12,4, \quad C = 28\ 22,8$$

Beobachtete Formen: $c = 0P(001)$, $b = \infty\breve{P}\infty(010)$, $m = \infty P'(110)$, $n = \infty'P(1\bar{1}0)$, $o = ,P(\bar{1}11)$ und sehr selten $a = \infty\bar{P}\infty(100)$. Die Krystalle sind zum Theil säulenförmig in der Richtung der Axe c bei gleichgross ausgebildeten m, n, b und bei zurücktretendem c (vergl. Fig. 1), zum Theil tafelig nach c und nur schmalen Flächen m, n, b, und endlich manchmal tafelig nach m, im letzteren Falle sind die übrigen Flächen sehr schmal; o ist immer schmal ausgebildet. Unter I. finden sich die Winkelwerthe, welche an den aus künstlichem Caffeïn dargestellten Caffeïnmethyljodid gemessen wurden, unter II. diejenigen, welche an Krystallen gefunden wurden, welche aus natürlichem Caffeïn dargestellt waren.

Fig. 1.



	Gemessen: I.	II.	Berechnet:
$c : b = (001):(010) =$	*88° 1,'4	—	—
$n : b = (\bar{1}10):(010)$	*57 44,3	57° 16'	—
$m : b = (110):(010)$	*54 27,5	—	—
$c : o = (001):(\bar{1}11)$	*38 54,4	38 48	—

	Gemessen: I.	II.	Berechnet:
$c : n = (001):(\bar{1}10)$	$= {}^*78^0 19{,}'4$	—	—
$m : n = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}10)$	67 48,3	$67^0 44'$	$67^0 48{,}'3$
$o : n = (\bar{1}11):(\bar{1}10)$	62 46,2	63 0	62 46,2
$c : m = (001):(110)$	76 45	—	76 33,3
$c : m = (001):(\bar{1}\bar{1}0)$	103 34	—	103 26,7
$o : b = (\bar{1}11):(010)$	68 10	—	68 3,5
$o : m = (\bar{1}11):(110)$	92 4	—	91 47

Die Maxima der Auslöschungen auf c bilden mit der Kante zu m einen Winkel von $60{,}^\circ4$, in $m(110)$ mit der Kante zu $n(1\bar{1}0)$ einen Winkel von $19{,}^\circ5$; durch c sieht man eine optische Axe austreten; der innere Hyperbelsaum ist sehr lebhaft roth, der äussere sehr lebhaft blau gefärbt.

2. Saures oxalsaures Triacetondiamin.

$$(C_9H_{20}N_{20} + 2C_2O_4H_2) + H_2O.$$

Krystalle aus Wasser. S. Heintz: Liebig's Annalen, **203**, 341.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Fig. 2.

In Fig. 2 ist die gewöhnlichste Combination dargestellt; $a = \infty P\infty(100)$, $b = \infty R\infty(010)$, $c = 0P(001)$, $d = P\infty(\bar{1}01)$ und $m = \infty P(110)$.

$$a : b : c = 0{,}9427 : 1 : 1{,}0605$$
$$\beta = 76^0\,33'.$$

	Gemessen:	Berechnet:
$a : m = (100):(110)$	$= {}^*42^0 31{,}'0$	—
$c : d = (001):(\bar{1}01)$	*55 59,1	—
$a : c = (100):(001)$	*76 33,0	—
$b : a = (010):(100)$	90 0,1	$90^0 0'$
$b : c = (010):(001)$	89 58,8	90 0
$c : m = (001):(110)$	80 27,0	80 8
$d : m = (10\bar{1}):(110)$	62 30 ca.	60 8

Spaltbarkeit nach (010) vollkommen.

Die Maxima der Auslöschungen liegen in $b(010)$ so, dass sie mit der Kante $c : b$ einen Winkel von 6^0 bilden.

3. Sarkosinplatinchlorid. $(C_3H_7NO_2)_2H_2PtCl_6 + 2H_2O$.

Krystalle aus Wasser. Vergl. E. Schmidt, Ann. d. Ch. **217**, 277.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Fig. 3.

Beobachtete Formen: $c = 0P(001)$, $m = \infty P(110)$, $p = \infty R2(120)$ und $o = P(\bar{1}11)$. Sie sind entweder tafelförmig nach c oder würfelähnlich durch Vorwalten von c und m (s. Fig. 3).

$$a : b : c = 1{,}0331 : 1 : 0{,}6744$$
$$\beta = 75^0\,27{,}'4.$$

	Gemessen:	Berechnet:
$c : m = (001):(110)$	$= {}^{*}79^0 46{,}'3$	—
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	$^{*}90 \quad 0{,}0$	—
$m : o = (\bar{1}10):(\bar{1}11)$	$^{*}57 \quad 50{,}0$	—
$o : o = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$	63 35,0	$63^0 51{,}'4$
$m : o' = (110):(\bar{1}11)$	98 5,0	98 16,0
$m : o = (1\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}1)$	97 49,0	98 16,0
$p : m = (\bar{1}20):(1\bar{1}0)$	71 31,0	71 33,0
$p : m = (\bar{1}20):(\bar{1}10)$	19 10,0	19 27,0

4. Lupinidinplatinchlorid. $(C_{16}H_{32}N_2PtCl_6 + 2H_2O.)$

Von G. Baumert aus Lupinus luteus dargestellt. Vergl. Ann. d. Ch. **224**, 321.

Die röthlichen Krystalle dieses Körpers gehören dem rhombischen Krystallsystem an. Combination: (Fig. 4): $m = \infty P(110)$, $b = \infty \breve{P}\infty(010)$ und $r = \bar{P}\infty(101)$.

Fig. 4.

$$a : b : c = 0{,}8852 : 1 : 1{,}1712.$$

	Gemessen:	Berechnet:
$b : m = (010):(\bar{1}10)$	$= {}^{*}48^0 29'$	—
$r : r = (101):(\bar{1}01)$	$^{*}105 \quad 50$	—
$r : m = (101):(110)$	53 26	$53^0 19{,}'3$
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	83 2	82 46,0
$m : m = (\bar{1}\bar{1}0):(1\bar{1}0)$	96 58	97 22,0

5. Aethylsuccinylobernsteinsäure.

$$\begin{array}{ccc} CH & \text{——} & CH \\ \| & & \| \\ COC_2H_5 & & COC_2H_5 \\ | & & | \\ CH & \text{——} & CH \\ | & & | \\ COOH & & COOH \end{array} = C_{12}H_{16}O_6.$$

Vergl. »Wedel, Ueber einige Abkömmlinge des Acetessigesters«, Ann. d. Ch. **219**, 107.

Schmelzpunkt 126°,5.

Aus der heissen wässerigen Lösung krystallisiren beim schnellen Erkalten sehr feine filzige Nadeln, aus der warmgehaltenen Krystalle von tafeligem Habitus.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}2450 : 1 : 0{,}6408.$$

Beobachtete Formen: $b = \infty\breve{P}\infty(010)$, $m = \infty P(110)$, $d = \breve{P}\infty(101)$, $n = \infty\breve{P}2(120)$, $l = \infty\breve{P}3(130)$ und $\delta = \frac{1}{2}\breve{P}\infty(012)$.

	Gemessen:	Berechnet:
$b : m = (010):(110)$	$= {}^{*}76^0 14'$	—
$b : d = (010):(011)$	$^{*}57 \quad 21$	—
$b : n = (010):(120)$	64 18	$63^0 54'$
$b : l = (010):(130)$	53 36	53 41
$b : \delta = (010):(012)$	72 19	72 14
$d : \delta = (011):(012)$	74 0 ca.	74 53
$n : m = (120):(110)$	12 30 ca.	12 20
$n : l = (120):(130)$	10 40 ca.	10 13

Vollkommene Spaltbarkeit $\|$ $b(010)$.

6. Allocaffeïn (Methylapocaffeïn). ($C_8 H_9 N_3 O_5 = C_7 H_7 (CH_3) N_3 O_5$.)

Krystalle aus heissem Wasser. Vergl. E. Schmidt, Ann. d. Ch. **228**, 171.

Schmelzpunkt 196°.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,6593 : 1 : 0,5402.$

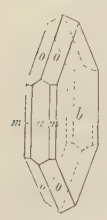


Fig. 5.

Beobachtete Formen (Fig. 5): $b = (010) \infty \breve{P} \infty$, $a = (100) \infty \bar{P} \infty$, $m = (110) \infty P$ und $o = (111) P$. Die Flächen o sind häufig nur einseitig vorn oder hinten ausgebildet, so dass die Krystalle das Ansehen monosymmetrischer Formen hervorrufen.

		Gemessen:	Berechnet:
$o : o$	$= (111 : 1\bar{1}1)$	$= ^*41^0 40'$	—
$o : m$	$= (111) : (110)$	$^*47\ 34$	—
$m : a$	$= (110) : (100)$	32 6—8,'3	31° 48,'6
$m : b$	$= (110) : (010)$	57 49,7—55'	58 11,4
$o : o$	$= (111) : (\bar{1}\bar{1}1)$	84 21	84 52
$b : o$	$= (010) : (111)$	68 56—69° 17'	69 10

Ref.: Luedecke.

4. V. v. Ebner (in Graz): **Die Lösungsflächen des Kalkspaths und des Aragonits:** II. Die Aetzfiguren des Kalkspaths, III. Die Lösungsflächen des Aragonits (Sitzber. d. kais. Akad. d. Wissensch. zu Wien, 1885, **91**, 760—835).

II. In einem ersten Theile dieser Untersuchung, betitelt: »Die Lösungsflächen und Lösungsgestalten des Kalkspaths«*), hatte Verf. die Lösungserscheinungen des Kalkspaths ohne Rücksicht auf die Aetzfiguren behandelt. Nach dem Verf. verdanken die Aetzfiguren ihren Ursprung einem oft mit grosser Intensität beginnenden, bald aber sich abschwächenden, local begrenzten Lösungsprocess, der nach kurzer Zeit sich vollendet und nun eine durch längere Zeit unveränderliche Spur, in Form einer von Flächen begrenzten Vertiefung, zurücklässt. Der eigentliche Lösungsvorgang ist dagegen ein continuirlicher Process, der bis zur völligen Auflösung des Krystalles fortschreitet, der zwar künstlich unterbrochen werden kann, dann aber nicht nothwendig eigentliche Aetzfiguren zurücklässt. Continuirliche Lösung und Bildung von Aetzfiguren kommen gewöhnlich neben einander vor, greifen vielfach in einander über, und beide sind in ihren Anfängen sehr ähnlich.

Durch die andauernde Einwirkung von verschiedenen Säuren, namentlich von concentrirter Essig- und Ameisensäure auf kleine Spaltungsrhomboëder von Kalkspath entsteht, wie schon in der ersten Abhandlung mitgetheilt wurde, auf den Flächen eine durch abwechselnde erhabene und vertiefte Kanten verursachte klinodiagonale Streifung. Die erhabenen Kanten bleiben jedoch oft nicht in ihrer ganzen Länge erhalten; sie unterliegen vielmehr ebenfalls noch der Lösung und zwar meistens so, dass sie nur stellenweise durchbrochen werden, wodurch die continuirliche Kante in eine Reihe hinter einander liegender, etwas verlängerter, erhabener Höcker zerlegt wird. Aehnliche Höcker hat Becke**) an der Zink-

*) Referirt in dieser Zeitschr. **11**, 172. Das hier gegebene Referat kommt, da dies zum besseren Verständniss erforderlich schien, auf einzelne Punkte des ersten Theiles nochmals zurück.

) Diese Zeitschr. **11, 54.

blende beobachtet und Aetzhügel genannt. Verf. bezeichnet dieselben als Lösungsgestalten.

Bei weitem die auffälligsten Erfolge ergab die Ameisensäure. Die erhabenen Figuren erreichen hier solche Dimensionen, dass sie der Messung zugänglich sind; es wurde daher die Wirkung dieser Säure genauer untersucht. Verf. bezeichnet nach Analogie der Spaltungsfläche diejenige Fläche, nach welcher ein Krystall sich am leichtesten löst, als Lösungsfläche. Durch Discussion der Frage, welche Arten von Flächen bei einem rhomboëdrischen Krystalle voraussichtlich als Lösungsflächen auftreten können, und in welcher Weise sich dieselben bei einer Auflösung auf anderen Flächen markiren werden, gelangte Verf. unter Berücksichtigung der an den Lösungsgestalten verschiedener Flächen angestellten Messungen zu dem Resultat, dass die Lösungsfläche des Kalkspaths höchstwahrscheinlich die des Rhomboëders $-2R$ sei. Die Flächen desselben begrenzen die primäre Lösungsgestalt, durch deren Veränderung in Folge weiterer Aetzung secundäre Lösungsgestalten sich bilden können. Hinsichtlich der secundären Lösungsgestalten des Kalkspaths, welche durch Ameisensäure auf den Spaltungsflächen entstehen, kam Verf. zu folgenden Ergebnissen. Die verschiedenen Formen, unter welchen die secundären Lösungsgestalten auftreten, lassen sich nach ihrer Entstehung als 1. aus einer Polecke, 2. aus einer Seitenecke des Lösungsrhomboëders ($-2R$) hervorgehend unterscheiden. Die secundären Polecken sind entweder sechs- oder neunflächig, unter Umständen auch acht- oder siebenflächig; die secundären Seitenecken sind entweder sechs- oder vierflächig, selten fünfflächig. Seitenecken erhält man nur mit verdünnter Ameisensäure, niemals mit concentrirter Säure; mit letzterer erhält man stets Polecken. Um festzustellen, ob die sechs- und neunflächigen Ecken aus regelmässigen Krystallflächen bestehen, d. h. ob die Polkanten eines daran auftretenden Skalenoëders genau Winkel von 60^0 bilden etc., wurden diese Ecken in ihrer Projection auf die Basis untersucht. Die Prüfung ergab, dass eine solche Regelmässigkeit keineswegs immer vorhanden ist. Die sechsflächigen Spitzen sind im Allgemeinen regelmässiger als die neunflächigen. Eine genaue krystallographische Bestimmung der Flächen ist nach dem Gesagten nicht möglich. Dennoch versuchte Verf., aus den Projectionswinkeln der sechs- und neunflächigen Spitzen auf die Fläche des Spaltungsrhomboëders die Parameter der Rhomboëder, Pyramiden und Skalenoëder, welche an den secundären Lösungsgestalten auftreten, annähernd zu bestimmen. Es ergab sich, dass die neunflächigen secundären Lösungsgestalten (einer Polecke entsprechend) im Allgemeinen eine Combination einer Pyramide mit einem negativen Rhomboëder darstellen, wobei die Pyramide, wie auch bei den sechsflächigen Gestalten, drei Polkanten mit dem primären Lösungsrhomboëder gemein hat. Die Pyramiden schwanken zwischen den Grenzgestalten $-2R$ und $+R$, und es kommen ihnen häufig rationale Parameterverhältnisse nicht zu. Am häufigsten erscheint die Pyramide $\frac{4}{3}P2$ in Combination mit einem $-R$ nahestehenden Rhomboëder, welches eine nur wenig längere Hauptaxe hat als das Grundrhomboëder. Statt der Pyramide treten häufig Skalenoëder auf, für welche die erstere die Grenzform bildet. Die sechsflächigen secundären Lösungsgestalten, welche einer Seitenecke entsprechen, sind als Combinationen von zwei Skalenoëdern zu betrachten, von welchen das eine die Polkanten, das andere die Mittelkanten mit dem primären Lösungsrhomboëder gemein hat. Aus der Art, wie sich diese Lösungsgestalten bilden und bei weiterer Einwirkung der Säure allmälig verändern, geht hervor, dass nothwendig Flächen mit irrationalen Indices vorkommen müssen.

Hinsichtlich der auf den Spaltungsflächen des Kalkspaths auftretenden Aetzfiguren unterscheidet Verf. nun folgende, sämmtlich nach der Klinodiagonale der Spaltungsfläche symmetrische Hauptformen:

1. Rechtecke mit den Diagonalen der Spaltungsfläche parallelen Seiten,
2. Fünfecke mit nach rückwärts (nach der Seitenecke in der Richtung der Klinodiagonale) gewendeter Spitze,
3. Dreiecke mit nach rückwärts gewendeter Spitze,
4. Fünfecke mit polwärts gewendeter Spitze,
5. Dreiecke mit polwärts gewendeter Spitze,
6. Deltoide mit den Diagonalen der Spaltungsfläche parallelen Diagonalen.

Man kann nun mit ein und derselben Säure, z. B. Salpetersäure, fast alle Haupttypen der Aetzfiguren erhalten. Doch ist auch zu bemerken, dass nicht mit jeder Säure alle überhaupt beobachteten Figuren dargestellt werden konnten, und dass bei aller Aehnlichkeit der Haupttypen fast jeder Säure gewisse Eigenthümlichkeiten im feineren Detail der Formen zukommen. Von wesentlichem Einfluss ist, wie Verf. an einigen ausführlicher mitgetheilten Beobachtungsreihen zeigt, die Concentration und die Temperatur des Aetzmittels. Er fand, dass der Einfluss der Natur der angewandten Säure von geringerer Wichtigkeit ist, als der Einfluss der Concentration derselben Säure. Wasserfreie Säuren scheinen jedoch keine Aetzfiguren hervorzurufen. Es gelang wenigstens nicht, mit wasserfreier Essigsäure, englischer Schwefelsäure oder trockenem Salzsäuregas Aetzfiguren zu erhalten. Ameisen-, Essig- und Schwefelsäure geben bei geringem Wasserzusatz ähnliche Aetzfiguren, wie Salz- und Salpetersäure bei starker Verdünnung, während erstere erst bei ziemlich starkem Wasserzusatz ähnliche Aetzfiguren hervorrufen, wie letztere in verhältnissmässig starken Concentrationen. Ameisensäure muss man auf ca. 30 %, Eisessig auf 9 %, Schwefelsäure auf 6 % verdünnen, um Dreiecke mit nach vorn gerichteter Spitze zu erhalten, während concentrirte Salz- oder Salpetersäure schon bei wenig Wasserzusatz ähnliche Formen hervorrufen. Will man sicher sein, den reinen Aetzeffect einer concentrirten Säure zu haben, so ist es am besten, das Abwaschen mit Wasser ganz zu unterlassen und die Säure mit Filtrirpapier zu entfernen. Wirft man aber den mit Säure bedeckten Krystall in eine Schale mit Wasser, so erhält man in der Regel secundäre Veränderungen der Aetzfiguren.

Hinsichtlich der Art, wie sich die Aetzfiguren auf den Spaltungsflächen des Kalkspaths entwickeln, bemerkt Verf. Folgendes. Während die Lösungsgestalten während des ganzen Lösungsvorganges bestehen und in der Regel unter fortwährendem Abschmelzen ihrer Flächen und Kanten allmälig weiterrücken, entwickeln sich die typischen Aetzfiguren binnen verhältnissmässig kurzer Zeit, bleiben dann, ohne sich weiter zu vergrössern, unverändert stehen, bis sie endlich durch anderweitige Lösungsvorgänge oder durch neue, selbständig entstehende Aetzfiguren zum Verschwinden gebracht werden.

Mit concentrirter Ameisensäure (1,2 spec. Gew.) sieht man als erste Spur einer Aetzfigur ein ganz kleines Rechteck. Dasselbe vergrössert sich im Verlaufe von etwa 1—2 Minuten ganz allmälig und zuletzt so langsam, dass man nur durch Controle mit dem Ocularmikrometer das Auseinanderrücken der Seiten constatiren kann. Schliesslich steht die Figur still und zeigt auch nach langer Beobachtung keine Veränderung, vorausgesetzt, dass nicht anderweitige Lösungserscheinungen (Abschmelzen der Ränder der Figur, Lösungsgestalten, neue Aetzfiguren) die Figur zerstören. Ganz anders verläuft aber der Process bei Anwendung von Sal-

petersäure. Die erste wahrnehmbare Spur der Aetzfigur ist auch hier zwar ein Rechteck, dasselbe wird jedoch nach der Polseite hin alsbald etwas ausgezackt und geht nun in ein Fünfeck mit nach vorn gerichteter Spitze über, während gleichzeitig fünf Kanten sichtbar werden, welche ungefähr von der Mitte des Bodens gegen die Ecken auslaufen. Dieses Fünfeck erweitert sich nun rasch nach allen Seiten, während gleichzeitig die Ecke am Boden der Figur durch eine der Spaltungsfläche parallele Fläche abgestumpft wird. Plötzlich runden sich nun die vorderen seitlichen Ecken des Fünfecks ab, wodurch das Fünfeck in ein Dreieck mit abgerundeten Seiten übergeht. Dieses Dreieck erweitert sich noch mit abnehmender Geschwindigkeit und bleibt dann stehen, ohne sich weiter zu verändern. Die ganze Entwickelung dauert höchstens 3—4 Secunden.

Die mit starker Salpeter-, Salz-, Phosphor- oder Chromsäure, sowie mit verdünnter Schwefelsäure erhaltenen Aetzfiguren entwickeln sich sehr rasch und werden deshalb vom Verf. als instantane bezeichnet, im Gegensatz zu solchen, welche sich durch die Langsamkeit der Entwicklung auszeichnen und retardirte Aetzfiguren genannt werden. Als Typus retardirter Aetzfiguren können die mit concentrirter Ameisensäure erzeugten gelten. Die retardirten Aetzfiguren der Spaltungsfläche haben wesentlich andere Formen als die instantanen. Während letztere schliesslich einen dreieckigen oder deltoidischen Umriss mit vorderer Spitze erhalten, zeigen die retardirten entweder einen rechteckigen, viereckigen oder fünfeckigen Umriss mit vorderer Abstumpfung. Man kann nun einerseits mit verdünnter Ameisensäure instantane, anderseits mit sehr verdünnter Salz- oder Salpetersäure retardirte Aetzfiguren darstellen. Instantane und retardirte Aetzfiguren sind die Endglieder einer Reihe von Formen, welche sich durch verschiedene Geschwindigkeit der Entwicklung unterscheiden. Sie sind durch Uebergänge mit einander verbunden.

Der ursprüngliche Umriss aller retardirten Aetzfiguren auf der Spaltungsfläche ist ein Rechteck, dessen Seiten den Diagonalen der Spaltungsfläche parallel sind. Es entsprechen also die Umrisslinien dieser Figuren genau den Richtungen, in welchen die Flächen des Lösungsrhomboëders $-2R$ einschneiden. Alle stark retardirten Aetzfiguren behalten so, bei sonstiger secundärer Verschiedenheit, eine noch deutlich erkennbare Beziehung zur Lösungsfläche. Dass dies bei allen instantanen Aetzfiguren durchaus nicht mehr der Fall, hat nach dem Verf. darin seinen Grund, dass die verschiedene Löslichkeit der Substanz in verschiedenen Richtungen eine hervorragende Bedeutung gewinnen muss, wenn die Lösung sehr rasch nach allen Seiten fortschreitet. Um diesen Punkt klar zu machen, geht Verf. von der Beziehung zwischen Härte und Spaltungsrichtungen aus und vergleicht damit die Beziehung der Löslichkeit nach verschiedenen Richtungen (der chemischen Härte) zu den Lösungsflächen. Ebenso wie man aus den Spaltungsrichtungen die Härtecurve einer Fläche ableiten kann, sucht Verf. aus der Lösungsfläche die Löslichkeitscurve oder sog. chemische Härtecurve und aus dieser die Gestalt der Aetzfiguren herzuleiten. Bei flüchtiger Ueberlegung möchte man glauben, dass der Umriss der Aetzfigur reciprok zur chemischen Härtecurve sich verhalten müsse, d. h. dass in der Richtung des kleinsten Minimums die Figur am weitesten, in der Richtung des grössten Maximums dagegen am wenigsten weit fortschreiten müsse. Denn offenbar entspricht das Minimum der chemischen Härte der Richtung der grössten Löslichkeit, das Maximum aber der Richtung der geringsten Löslichkeit in der Krystallfläche. Indessen würde sich ein solcher Umriss der Aetzfigur nur dann einstellen können, wenn dieselbe nur in der Fläche, nicht aber auch in die Tiefe — wie es ja immer der Fall ist — sich ausbreitete.

Dieser letztere Umstand muss zur Folge haben, dass in der Richtung der grössten Löslichkeit die Figur um so mehr sich vertieft, je rascher der Process fortschreitet, und dass umgekehrt das Fortschreiten der Figur in der Fläche gerade in dieser Richtung relativ behindert wird. Im Ganzen wird eine instantane Aetzfigur, je rascher sie sich entwickelt, um so mehr in ihrem Umrisse der chemischen Härtecurve sich annähern, jedoch mit dem wesentlichen Unterschiede, dass niemals die Minima der Härtecurve in Form von einspringenden Winkeln erscheinen können. Verf. gelangt nun zu dem Resultate, dass auf der Spaltungsfläche das kleinste Minimum der chemischen Härtecurve in die kurze Diagonale und zwar in die Richtung vom Pol zur Seitenecke, das nächstgrössere in die entgegengesetzte Richtung fällt, die beiden gleichen, grössten Minima aber der langen Diagonale angehören. Ueber die Maxima lässt sich nur so viel aussagen, dass deren vier vorhanden sein werden. Die ausserordentliche Mannigfaltigkeit der Aetzfiguren dürfte wohl daher rühren, dass die chemische Härtecurve für verschiedene Säuren und Concentrationen Aenderungen hinsichtlich des Verhältnisses der Maxima und Minima erleidet, ohne dass jedoch die allgemeine Anordnung der Minima alterirt würde. Störungen der Constanz der Geschwindigkeit im Verlaufe der Entwickelung der Aetzfiguren können auch Krümmungen der Kanten zur Folge haben, wie solche häufig zu beobachten sind. Es sei noch bemerkt, dass bei einer und derselben Aetzung instantane und retardirte Aetzfiguren auftreten können, was Verf. durch die Annahme erklärt, dass auch in einer verdünnten Säure Stellen, beziehungsweise Molekülanhäufungen vorkommen können, welche einer bedeutend höheren Säureconcentration entsprechen, als es die mittlere ist.

Auf anderen als den Spaltungsflächen lassen sich beim Kalkspath nur schwierig gute Aetzfiguren darstellen, weil die Flächen oft nur mit Mühe in einem zur Untersuchung geeigneten Zustande erhalten werden können. Die Härtecurve der Basis hat drei Hauptmaxima und drei Hauptminima, von welchen je ein Maximum und Minimum in dieselbe Linie, aber in entgegengesetzte Richtung fällt. Die Curve entspricht im Ganzen einem gleichseitigen Dreieck mit eingebogenen Seiten, das aber verwendet liegt zu dem Dreiecke, welches den Abdruck der Spaltungsgestalt darstellt. Dem Lösungsrhomboëder $-2R$ muss nun auf der Basis ein derartiges Dreieck der chemischen Härtecurve entsprechen, wenn man an der Analogie zwischen Spaltungs- und Lösungsflächen festhält; die chemische Härtecurve liegt verwendet zur eigentlichen Härtecurve. Die ausgesprochen instantane Aetzfigur der Basis wird dann annähernd dem Umrisse einer positiven, die ausgesprochen retardirte aber dem Umrisse einer negativen Rhomboëderecke entsprechen. Zwischen diesen beiden Extremen müssen sich voraussichtlich noch Uebergänge finden. Die Beobachtungen stehen nun in guter Uebereinstimmung mit diesen theoretischen Voraussetzungen. Auf den Flächen $-2R$ sind Aetzfiguren auffallend leicht darzustellen. Die mit Essigsäure oder Ameisensäure erhaltenen retardirten Aetzfiguren sind z. B. oft sehr gross und zeigen einen rhombischen oder deltoidischen Umriss, und zwar im ersteren Falle so, dass derselbe der Fläche des Lösungsrhomboëders ähnlich ist. Die Winkel sind jedoch keineswegs constant und können beträchtlich stumpfer oder spitzer als $76^0\,8'$ werden. Verf. bespricht noch die Aetzfiguren, welche er auf $-\frac{1}{2}R$, ∞P, $\infty P2$, $-\frac{7}{2}R$, $-4R$, $+\frac{5}{2}R$, $+4R$, $+13R$ und $R3$ erhielt und gelangt zu folgendem allgemeinen Resultat: Stark retardirte Aetzfiguren nähern sich in ihrem Umriss stets dem Umriss der projicirten, vertieften Lösungsgestalt; doch fehlt häufig die völlige, geometrische Aehnlichkeit. Dies hängt wahrscheinlich davon ab, dass retardirte Aetzfiguren in dem späteren Stadium ihrer Entwicklung stets in den Richtungen der kleinsten

chemischen Härteminima (grössten Löslichkeit) sich vorwiegend verlängern. Bei instantanen Aetzfiguren erfolgt umgekehrt eine relative Verkürzung des Umrisses in den Richtungen der wahrscheinlichen kleinsten Minima.

III. Die Lösungsflächen des Aragonits. Verf. geht hier von den Aetzfiguren aus. Zu den Aetzungen des Aragonits wurde vorzüglich Ameisensäure verwandt. Der Aragonit wird von Säuren bedeutend weniger rasch angegriffen als der Kalkspath. Bringt man einen Tropfen concentrirter Ameisensäure auf die Fläche $\infty\breve{P}\infty$, so treten nach etwa einer Minute unregelmässige oder rechteckige kleine Flecken auf. Erst nach Verlauf mehrerer Minuten sieht man wohlausgebildete Aetzfiguren von rechteckigem Umriss, deren Seiten den Prismenkanten resp. der Combinationskante mit $0P$ parallel sind. Die Aetzfigur ist eine retardirte, man kann daher mit Wahrscheinlichkeit annehmen, dass ihre Umrisslinien den Combinationskanten der Lösungsflächen mit $\infty\breve{P}\infty$ entsprechen. Am einfachsten genügt der Figur die Annahme, dass ein verticales Prisma und ein Brachydoma Lösungsflächen seien. Hiermit stimmen auch die auf der Basis vom Verf. mittelst Ameisensäure erhaltenen und nach der Brachydiagonale langgestreckten sechsseitigen Aetzfiguren überein. Dasselbe gilt im Allgemeinen von den auf dem Makropinakoid erscheinenden, gleichfalls sechsseitigen Aetzfiguren. Auf ∞P zeigen sich kleine, fast gleichseitige Dreiecke, deren Spitze gegen die stumpfe Prismenkante gewendet ist. Auf $\breve{P}\infty$ erhielt Verf. ebenfalls Dreiecke, welche annähernd der Projection der vermutheten Lösungsflächen $\infty P.\breve{P}\infty$ entsprechen. Was die erhabenen Lösungsgestalten des Aragonit betrifft, so gelang es trotz mehrfacher Versuche nicht, die primäre Gestalt darzustellen, obwohl im Allgemeinen Lösungsgestalten mit Ameisensäure und Phosphorsäure nach längerer Dauer der Aetzung regelmässig auf der Basis und längs der stumpfen Prismenkante oder auf dem künstlich angeschliffenen Makropinakoid entstehen, während dies auf dem Brachypinakoid, dem Brachydoma und dem Prisma in der Regel nicht der Fall ist. Verf. beschreibt die einzelnen Lösungsgestalten und sucht sie mit der Annahme in Einklang zu bringen, dass als primäre Lösungsflächen ∞P und $\breve{P}\infty$ zu betrachten seien. Doch könnte auch möglicher Weise ein anderes Prisma in Combination mit einem anderen Brachydoma die primäre Lösungsgestalt bilden, ja es wäre nicht undenkbar, dass es noch weitere primäre Lösungsflächen gebe. Für zweifellos hält Verf. nur, dass die Hauptlösungsflächen (Flächen grösster Löslichkeit) einem Brachydoma angehören.

In einer Schlussbetrachtung weist Verf. auf die Aehnlichkeit hin, welche zwischen den von Becke beschriebenen Aetzerscheinungen der Zinkblende und den von ihm am Kalkspath beobachteten besteht. Für die Zinkblende ergab sich als primäre Lösungsgestalt für Salzsäure das positive Tetraëder; die Flächen der secundären Lösungsgestalten liegen meist in einer Zone, welche gegeben ist durch Drehung einer Fläche um eine Kante des positiven Tetraëders. Nach ferneren Untersuchungen Becke's*) ist für den Bleiglanz das Oktaëder als primäre Lösungsgestalt aufzufassen. Secundäre Lösungsgestalten sind hier Triakisoktaëder, welche bis zur Grenzlage, dem Dodekaëder, reichen. Diesem Verhalten entspricht nun beim Kalkspath die Thatsache, dass $-2R$ die primäre Lösungsgestalt ist, während die Flächen der hauptsächlichsten secundären Lösungsgestalten, soweit es sich um Polecken handelt, in Zonen liegen, welche gegeben sind durch die Drehung einer Fläche um eine Polkante von $-2R$. Bemerkenswerth ist noch, dass Becke weder auf der positiven Tetraëderfläche der Zink-

*) Diese Zeitschr. **11**, 273.

blende, noch auf der Oktaëderfläche des Bleiglanzes Aetzhügel (Lösungsgestalten) beobachtete, sondern nur Aetzfiguren. Analog konnte Verf. auch auf den Flächen $-2R$ des Kalkspaths, wie auf ∞P und $\breve{P}\infty$ des Aragonits nur Aetzfiguren, aber keine Lösungsgestalten hervorrufen. Es scheint demnach, dass auf den Lösungsflächen selbst keine Lösungsgestalten, sondern nur Aetzfiguren und diese besonders leicht entstehen.

Schliesslich fasst Verf. seine Vorstellungen über die Lösungserscheinungen der Krystalle in einer Reihe von Sätzen zusammen, von welchen die wichtigsten etwa folgende sind:

1. Die Aetzerscheinungen an Krystallen beruhen hauptsächlich auf der Existenz von Lösungsflächen, welche Spaltungsflächen analog sind, mit denselben jedoch im Allgemeinen nicht zusammenfallen.

2. Analog, wie man eine von Spaltungsflächen begrenzte Krystallform Spaltungsgestalt, kann man eine von Lösungsflächen begrenzte Krystallform Lösungsgestalt nennen.

3. Durch Aetzen von Krystallflächen können erhabene Ecken entstehen, welche entweder von den eigentlichen Lösungsflächen begrenzt sind oder aber von secundären Flächen, welche durch combinirtes Zusammenwirken der lösenden Substanz nach verschiedenen Flächen der Lösungsgestalt entstehen. Erstere Ecken entsprechen der primären Lösungsgestalt, letztere kann man als secundäre Lösungsgestalten bezeichnen.

4. Nur die Flächen der primären Lösungsgestalt sind in aller Strenge krystallographisch mögliche Flächen mit einfachen rationalen Indices. Die secundären Lösungsflächen haben nicht nothwendig rationale Indices, doch kommen solche an denselben nicht selten vor. Die hauptsächlichsten secundären Lösungsflächen liegen in den Zonen der Kanten der primären Lösungsgestalten.

5. Wird eine Krystallfläche geätzt, welche einer Lösungsfläche entspricht, so entstehen auf derselben zwar sehr leicht Aetzfiguren, aber nur sehr selten erhabene Lösungsgestalten.

6. Die (vertieften) Aetzfiguren verdanken ihre Entstehung einem local begrenzten, besonders intensiven Lösungsprocesse. Dieselben zerfallen in langsam sich entwickelnde (retardirte), welche erst im Laufe von einer oder mehreren Minuten ihre volle Ausbildung erlangen, und in rasch sich entwickelnde (instantane), welche in wenigen Secunden ihre definitive Form und Grösse erreichen. Beide Arten sind durch Uebergänge verbunden.

7. Die Form der Aetzfiguren hängt mehr von der Geschwindigkeit ihrer Entwickelung, als von der Qualität des Aetzmittels ab, vorausgesetzt, dass bei der Variation der Aetzmittel nur solche gewählt werden, welche voraussichtlich analoge Zersetzungsprocesse hervorrufen (z. B. verschiedene Säuren beim Kalkspath). Aetzmittel, welche wesentlich differente Zersetzungen hervorrufen, dürfen mit einander nicht verglichen werden, da diesen voraussichtlich verschiedenartige primäre Lösungsflächen zukommen werden (z. B. Flusssäure und Aetzkali bei Silicatätzungen).

8. Die Umrissformen der instantanen Aetzfiguren hängen in erster Linie von der chemischen Härtecurve (Löslichkeitscurve) der geätzten Krystallfläche ab; sie stehen daher in einem, in gewissem Sinne analogen Zusammenhange mit den primären Lösungsflächen, wie eine mechanische Härtecurve mit den Spaltungsflächen.

9. Ausgesprochen retardirte Aetzfiguren zeigen im Allgemeinen eine Aehn-

lichkeit des Umrisses mit dem Umrisse der auf die geätzte Fläche projicirt gedachten Lösungsgestalt.

10. Die Flächen der Aetzfiguren entsprechen nur in seltenen Fällen primären Lösungsflächen. Bei Aetzfiguren regulärer Krystalle folgen die Flächen zum Theil ähnlichen Gesetzen, wie die Flächen der secundären Lösungsgestalten. Viele Aetzfiguren nicht-regulärer Krystalle zeigen aber stark gekrümmte Flächen und neben einspringenden auch erhabene Kanten. Dies lässt sich mit Rücksicht auf die Abhängigkeit der Aetzfiguren von der chemischen Härtecurve begreifen, schwer aber erklären, wenn man die Aetzfiguren als vertiefte Abdrücke von Krystallgestalten auffassen will.

Ref.: H. Baumhauer.

5. O. Mügge (in Hamburg): **Zur Kenntniss der durch secundäre Zwillingsbildung bewirkten Flächenverschiebungen** (Neues Jahrb. f. Min. etc. 1885, **2**, 44). Hierzu Tafel VI. In der Absicht, die durch Verschiebung in Zwillingsstellung bedingten Veränderungen der Flächenlagen allgemeiner abzuleiten, geht der Verf. von der Voraussetzung aus, dass eine Fläche, welche zu Anfang in den Zonen der Flächen a, b und c, d liegt, die durch Verschiebung in a_1, b_1 und c_1, d_1 übergehen, auch nachher wieder in die neuen Zonen a_1, b_1 und c_1, d_1 fällt, d. h. dass parallele Richtungen im Krystall auch nach der Verschiebung noch parallel sind, also die gleiche Verschiebung erleiden. Findet ferner bei einem Krystall eine Verschiebung in Zwillingsstellung der Art statt, dass die Axenebenen einen dem ursprünglichen congruenten (und symmetrisch gelagerten) Flächencomplex liefern, während eine derselben als Zwillingsebene fungirt, so besteht die ganze Veränderung der sonst etwa vorhandenen Krystallflächen darin, dass derjenige ihrer Indices, welcher der zur Zwillingsebene geneigten Axe zugehört, sein Vorzeichen wechselt. Darin liegt zugleich, dass alle diejenigen Flächen ihrem Zeichen nach ganz unverändert bleiben, welche der Zone dieser Axe angehören. Einen Flächencomplex, welcher seine Indices bei der Verschiebung nicht ändert, und welchem die Zwillingsebene angehört, bezeichnet Verf. als Grundform.

Drei eine Grundform bildende Flächen werden im Allgemeinen nicht gerade Axenebenen des betreffenden Minerals sein, und man wird also, nachdem ausser der Zwillingsebene noch zwei, ihr Zeichen nicht wechselnde Flächen gefunden oder angenommen sind, auf diese als Axenebenen die Indices der übrigen auftretenden Flächen umzurechnen haben.

Die asymmetrischen Krystalle sind häufig gerade so entwickelt, dass sie eine erfolgreiche Anwendung der Methode sehr erschweren, dadurch nämlich, dass zu Flächen (hkl) schon am einfachen Krystall sich mit Vorliebe solche mit dem absoluten Werthe nach gleichen, dem Vorzeichen nach aber entgegengesetzten Indices hinzugesellen, so dass das Auftreten solcher Formen auch an Zwillingskrystallen für diese nicht mehr charakteristisch ist.

Bei monosymmetrischen Krystallen ist vorwiegend eine Fläche aus der Orthozone Zwillingsebene. Macht man die Zwillingsebene zur Axenebene (100), nimmt neben der Symmetrieebene noch (001) als dritte Fläche der Grundform hinzu, so verwandeln sich alle Flächen (hkl) in $(\bar{h}kl)$, es bleiben also nur die Flächen der Pyramiden und Orthodomen als solche, an welchen eine Verschiebung event. nachweisbar ist. Ist (001) Zwillingsebene, mit (100) und (010) als Theilen der Grundform, so verändern sich die Indices aus (hkl) $(hk\bar{l})$ in $= (\bar{h}\bar{k}l)$; die

resultirenden neuen Flächen sind also ihrem Werthe nach wegen der Symmetrie des Systems die gleichen wie vorher. Darin ist es vielleicht begründet, dass sowohl (100) wie (001) gleichzeitig an manchen Mineralien des monosymmetrischen Systems als Zwillingsflächen fungiren (Orthoklas, Diallag, Malakolith).

Im rhombischen System ist der häufigste Fall der Zwillingsbildung der nach einer prismatischen Fläche. Giebt man dieser das Zeichen (110) und zieht (001) und $(1\bar{1}0)$ mit zur Grundform, so hat man in die Transformationsgleichungen (vergl. v. Lang, Kryst. S. 38) einzusetzen: $P_1 = (110)$, $P_2 = (1\bar{1}0)$, $P_3 = (001)$. Wählt man als Axenschnittsebene (011), so hat man zu setzen: $e = 0$, $f = 1$, $g = 1$ und erhält für die neuen Indices $p_0 q_0 r_0$ einer Fläche (pqr):

$$p_0 = p + q, \quad q_0 = -p + q, \quad r_0 = r$$

und daraus rückwärts:

$$p = \frac{p_0 - q_0}{2}, \quad q = \frac{p_0 + q_0}{2}, \quad r = r_0.$$

Durch Zwillingsbildung nach (110) der alten, also (100) der neuen Indices geht die Fläche $p_0 q_0 r_0$ über in $p_0' q_0' r_0'$, und es ist:

$$p_0' = -p_0, \quad q_0' = q_0, \quad r_0' = r_0.$$

Die Indices p', q' und r' der verschobenen Fläche in Bezug auf ein dem ursprünglichen symmetrisches Axenkreuz werden nach Obigem:

$$p' = -\frac{p_0 + q_0}{2} = -q, \quad q' = \frac{-p_0 + q_0}{2} = -p, \quad r' = r.$$

Die Fläche pqr geht also durch Verschiebung in Zwillingsstellung nach (110) mit $(1\bar{1}0)$ und (001) als Grundform über in $(\bar{q}\bar{p}r) = (qp\bar{r})$, d. h. die Makro- und Brachyaxe werden mit einander vertauscht und dem Vorzeichen nach umgekehrt. — Beispiel einer derartigen Verschiebung ist die Zwillingsbildung des Anhydrit nach (011); hier bleibt bei der üblichen Aufstellung (100) unverändert, während (010) und (001) ihre Zeichen vertauschen.

Die Zwillingsbildung rhombischer Körper nach prismatischen Flächen führt besonders oft zu pseudotetragonalen und pseudohexagonalen Gruppirungen. Unter Zugrundelegung des obigen Verschiebungsschemas wird die Verschiebungsgrösse im ersten Falle um so kleiner, je mehr sich der Prismenwinkel 90° nähert. Bei den zahlreichen pseudohexagonalen Krystallen dagegen wäre die Verschiebungsgrösse eine beträchtliche (ca. 60° für $(1\bar{1}0)$. Es ist daher wahrscheinlich, dass bei ihnen die Verschiebung in Zwillingsstellung nach (110) mit solchen Flächen in der Grundform stattfindet, dass die Verschiebungsgrösse um so geringer wird, je mehr der Prismenwinkel sich 120° nähert.

Dies findet statt, wenn man neben (001) und (110) noch $(1\bar{3}0)$ (welche Fläche auf (110) nahezu senkrecht steht) zur Grundform heranzieht. Die eintretenden Veränderungen für die hauptsächlich in Frage kommenden Flächen sind dann:

$$(110) = (\underline{110}) \qquad (100) = (\underline{130})$$
$$(1\bar{1}0) = (\underline{010}) \qquad (1\bar{3}0) = (\underline{1\bar{3}0})$$
$$(010) = (\underline{1\bar{1}0}) \qquad (130) = (\underline{100}).$$

Verf. macht darauf aufmerksam, dass die Fläche $(1\bar{3}0)$ zuweilen gleichzeitig mit (110) bei demselben Mineral als Zwillingsebene auftritt, z. B. bei Leadhillit, Chrysoberyll, Glaserit (schwefelsaures Kali). S. den Zusatz des Ref.

Im quadratischen System gestalten sich bei Zwillingsbildung nach $(hk0)$ oder einer Fläche aus der Zone der Pyramiden erster und zweiter Ordnung die Verhältnisse ganz analog wie im rhombischen System. So ist z. B. das für die rhombischen pseudohexagonalen Mineralien entwickelte Verschiebungsschema mutatis mutandis auch das dem Rutil zukommende. Seine Zwillingsebene (101) entspricht dann dem Prisma (110), die Axenebene (010) der Basis (001), $(30\bar{1})$ entspricht $(1\bar{3}0)$ als dritter Fläche der Grundform. Danach wird (100) zu $(\underline{10\bar{1}})$, $(10\bar{1})$ zu $(\underline{100})$, und die Neigung der verschobenen Fläche $(100) = (\underline{10\bar{1}})$ gegen die unverschobene Fläche (100) müsste $8^0\,22\frac{1}{2}'$ betragen, was mit früher gemessenen Werthen und mit neuerdings vom Verf. angestellten Beobachtungen befriedigend übereinstimmt.

Bezieht man im hexagonalen System eine Fläche der Bravais'schen Indices $(hkli)$ auf die Kanten des Grundrhomboëders als Axen, nimmt die Basis als Axenschnittsebene und von den drei Rhomboëderflächen $(10\bar{1}1)$ der alten, also (100) der neuen Indices als Zwillingsebene, so geht eine solche Fläche durch Verschiebung in Zwillingsstellung über in:

$$h + 2k + 2i \cdot -3k \cdot (-h + k - i) \cdot 4h + 2k - i.$$

Untersucht man, was aus der verschobenen Fläche wird, wenn sie nochmals nach derselben Rhomboëderfläche verschoben wird, so findet man natürlich, dass dieselbe ihre ursprünglichen Zeichen wieder erhält, wie ja auch nochmalige Zwillingsverschiebung nach derselben Fläche Rückschiebung in die ursprüngliche Lage bedeutet. Ebenso erhält eine Fläche ihre ursprünglichen Zeichen wieder, wenn sie nach und nach nach allen drei Flächen des Rhomboëders verschoben wird. Dasselbe gilt für Krystalle eines jeden Systems, sobald die Zwillingsbildung nach und nach nach jeder Fläche der Grundform und mit derselben Grundform stattfindet.

Für die Zwillingsbildung beim Kalkspath nach dem nächsten stumpferen Rhomboëder nimmt Verf. als Grundform die Flächen $(\bar{1}012)$ (Zwillingsebene), $(\bar{1}2\bar{1}0)$ und $(10\bar{1}1)$ und als Axenschnittsebene $(01\bar{1}1)$ an. Dann erhält eine Fläche $(hkli)$ durch die Verschiebung die Indices:

$$h - k + 2i \cdot 3k \cdot (-h - 2k - 2i) \cdot 4h + 2k - i.$$

Die beiden besprochenen Fälle der Zwillingsbildung nach $(10\bar{1}1)$ und $(\bar{1}012)$ können, wie Verf. zeigt, als Specialfälle der Zwillingsbildung im monoklinen System nach (100) und (001) aufgefasst werden. Zu bemerken ist, dass, wie bei monosymmetrischen Krystallen zuweilen (001) und (100), so hier $(10\bar{1}1)$ und $(\bar{1}012)$ bei demselben Mineral als Zwillingsebenen auftreten.

Im regulären System ist die polysynthetische Zwillingsbildung nach dem Oktaëder von besonderer Bedeutung; da es aber bisher nicht gelungen ist, sie auch künstlich hervorzurufen, ist die Wahl der Grundform einigermassen willkürlich. Betrachtet man ausser der Zwillingsebene (111) noch zwei Flächen des Oktaëders $(1\bar{1}1)$ und $(\bar{1}11)$ als der Grundform zugehörig und als Axenschnittsebene $(\bar{1}\bar{1}1)$, so erhält man als Indices einer Fläche (pqr) nach der Verschiebung in Bezug auf das übliche Axenkreuz:

$$p' = -q; \quad q' = -p; \quad r' = -p - q + r.$$

Demnach erhalten die Formen (111), (110) und (100) nach der Verschiebung die folgenden Indices:

$(111) = (\underline{111})$ $(110) = (\underline{112})$ $(001) = (\underline{001})$
$(1\bar{1}1) = (\underline{1\bar{1}1})$ $(\bar{1}10) = (\underline{\bar{1}10})$ $(010) = (\underline{101})$
$(\bar{1}11) = (\underline{\bar{1}11})$ $(011) = (\underline{100})$ $(100) = (\underline{011})$
$(\bar{1}\bar{1}1) = (\underline{113})$ $(0\bar{1}1) = (\underline{102})$
$(101) = (\underline{0\bar{1}0})$
$(\bar{1}01) = (\underline{012})$

Verf. schliesst mit der Bemerkung, dass es an der Zeit sei, dasjenige, was in Bezug auf die richtige Wahl der Grundform einstweilen noch hypothetisch bleiben musste, durch Beobachtung über die Begrenzung der Zwillingslamellen zu bestätigen oder zu widerlegen, zumal die vielfachen neueren Wahrnehmungen über die Entstehung der Zwillingslamellen durch Erwärmen zeigen, dass die Fähigkeit, molekulare Umlagerungen unter Beibehaltung des vorhandenen Krystallgefüges einzugehen, sehr vielen Körpern zukommt. Von diesen einfachen Erscheinungen ausgehend kann es vielleicht gelingen, einen deutlicheren Einblick in die Vorgänge zu gewinnen, welche sich in dimorphen Körpern beim Uebergange aus einer Modification in die andere vollziehen (vergl. auch die Bemerkungen des Ref. in dieser Zeitschr. **10**, 452). Andererseits gestatten derartige Untersuchungen auch Schlüsse auf die Umstände, welchen solche Mineralien während oder nach ihrer Bildung ausgesetzt waren, haben also auch ein geologisches Interesse.

Zusatz des Referenten. Anknüpfend an die Bemerkung Mügge's, dass bei verschiedenen pseudohexagonal-rhombischen Mineralien neben (110) auch (130) als Zwillingsebene auftritt, möchte sich Ref. erlauben, einige von ihm an Krystallen von schwefelsaurem Kali gemachte bezügliche Beobachtungen mitzutheilen und durch Figuren zu illustriren. (Die Figuren sind insofern nicht genau richtig, als die kleine Abweichung (24′) des Prismenwinkels von 120° nicht berücksichtigt, sondern der Einfachheit halber der betreffende Winkel = 120° gezeichnet wurde). Sämmtliche Figuren stellen Schliffe nach der Basis dar, welche die durch Aetzen mit Wasser leicht hervorzurufenden Streifen nach der Brachydiagonale tragen. Die Streifen dienen zur Orientirung (s. diese Zeitschr. **10**, 405). Fig. 1 stellt schematisch die Verbindung dreier Individuen nach (130), Fig. 2 diejenige nach (110) dar. Im ersteren Falle sind die nach aussen gekehrten verticalen Flächen solche von (110), im letzteren solche von (010). Die beiden das Individuum I (Fig. 1) begrenzenden Flächen (130) schliessen einen Winkel von 60° 24′ ein, für drei sich kreuzende Individuen würde dies im Ganzen 362° 24′ betragen, also 2° 24′ mehr, als die Ebene fasst. Bei Fig. 2 bilden die beiden das Individuum I begrenzenden Flächen (110) einen Winkel von 59° 36′, was für drei sich kreuzende Individuen zusammen 357° 36′ ausmacht, demnach 2° 24′ weniger als die Ebene fasst. Tritt nun Zwillingsbildung gleichzeitig und abwechselnd nach (130) und (110) ein, so wird der Raum durch drei sich kreuzende Individuen (fast) genau ausgefüllt, indem die beiden je ein Individuum begrenzenden Flächen (110) und (130) einen Winkel von (fast) genau 30° bilden. Solche Zwillingsbildung findet denn auch neben der gewöhnlichen (nach Fig. 1) statt, wie der Ref. gleichfalls beobachtete. Im regelmässigsten Falle führt sie zu der in Fig. 3 dargestellten Anordnung.

Das von Mügge hervorgehobene gleichzeitige Auftreten von (110) und (130) als Zwillingsebenen dürfte demnach ausser auf den von ihm angegebenen Grund auch darauf zurückzuführen sein, dass hierdurch eine möglichst vollkommene Ausfüllung des Raumes durch die verzwillingten Individuen stattfindet.

Was die in Fig. 2 gezeichnete Art der Zwillingsbildung nach (110) betrifft,

so beobachtete Ref. zwar keine Krystalle, an welchen dieselbe vollständig herrschte, wohl aber zeigte sie sich im Innern einer grossen Zahl aus einer chemischen Fabrik bezogener Krystalle. Einen derselben, nach (001) geschliffen und geätzt, stellt Fig. 5 dar. Man sieht, wie beim Anfangswachsthum des Krystalles — vielleicht während die Lösung, aus welcher er sich ausschied, noch eine höhere Temperatur hatte — die Zwillingsbildung nach (110) stattfand, wie dann aber beim weiteren Wachsthum ein Individuum I (resp. III) ausbleibt, während die beiden benachbarten in einer Ebene senkrecht zu (110), d. i. (130), zusammentreffen. Derartige Krystalle werden in der Prismenzone stellenweise von (110), stellenweise auch von (010) begrenzt; die Pyramidenflächen (d. h. die Flächen der scheinbaren hexagonalen Pyramide) werden von (111) und (021) gebildet, was Alles beim Aetzen mit Wasser sehr schön hervortritt. Dabei ist zu bemerken, dass (110) und $(\underline{110})$, sowie (111) und $(\underline{111})$ an der Oberfläche in annähernd geraden, vertical verlaufenden Linien zusammenstossen, während sich (110) und $(\underline{010})$ sowie (111) und $(\underline{021})$ in unregelmässig gekrümmten Linien berühren.

Löst man solche Krystalle in kaltem Wasser auf und lässt bei gewöhnlicher Temperatur verdunsten, so erhält man Krystalle, welche im Allgemeinen nach dem Schema Fig. 1 gebaut sind, wie es Fig. 4 für einen derartigen Krystall zeigt. Bei demselben fehlt nur die Fortsetzung des Individuums II. Fig. 6 stellt ein erhitztes und geätztes basisches Plättchen des Salzes dar: man ersieht daraus, dass auch bei der künstlich herbeigeführten Zwillingsbildung neben (130) die Flächen von (110) als Zwillingsebenen fungiren. Von besonderem Interesse schien es dem Ref. zu sein, zu erforschen, in welcher Weise sich die Grenzen der verzwillingten Theile verschieben, resp. in welchem Verhältniss sich neue Zwillingslamellen einstellen, wenn man eine Platte von schwefelsaurem Kali erhitzt. Es ist nicht leicht, hierfür geeignete Präparate zu erhalten, indem die Plättchen beim Erhitzen meist in so viele Theile zerspringen, dass es unmöglich ist, den Zusammenhang zwischen der neu erlangten und der ursprünglichen Structur mit Sicherheit festzustellen. Indess gelang es, ein recht dünnes Plättchen, dessen Aufbau aus drei Individuen, entsprechend Fig. 3, in Fig. 7 dargestellt ist (wobei die Streifung nur zum Theil gezeichnet ist), durch vorsichtiges Erhitzen ziemlich unversehrt zu erhalten; nur das in Fig. 8 durch eine punktirte Linie links oben bezeichnete Stück sprang ab. Die veränderte Platte wurde auf's Neue geätzt und, so weit möglich, mit ihren Lamellen und der Streifung in Fig. 8 abgebildet. Letztere Figur giebt nun ein deutliches Bild davon, in welcher Weise die Umlagerung von Individuum zu Individuum, sowie die Bildung ganz neuer Lamellen stattfindet. Die ursprünglich vorhandenen Hauptheile, II, I, III sind noch deutlich zu erkennen. Sie greifen nun in Lamellen, welche senkrecht zu den Grenzlinien nach (130) und (110) verlaufen, in einander über; es macht den Eindruck, als dringe der eine Theil in den anderen ein. Beachtet man die Richtungen der Grenzlinien, so findet man deren sechs: parallel den Linien III/II, II/I und I/III, sowie senkrecht zu diesen; also vollständige Zwillingsbildung nach (130) und (110), wie es Fig. 3 entspricht. Somit kommt auch hier wieder das Bestreben der Substanz zu Geltung, den Raum möglichst vollkommen auszufüllen.

Ref.: H. Baumhauer.

6. P. Jannasch (in Göttingen): **Ueber den Wassergehalt des Klinochlors von der Mussa-Alpe** (Neues Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1885, **1**, 92—95). Auf-

schliessung des Minerals am Besten mit einem Gemisch von Salzsäure und Schwefelsäure, auf 1 g Substanz etwa 40 Tropfen conc. Schwefelsäure.

A. Glühverlust-Bestimmungen.

Mit Gasbrenner und zum Schluss mit Gebläseflamme verloren:

0,5632 g	— 0,0830 g	= 14,73 %
0,7556	— 0,1102	= 14,58
0,5590	— 0,0818	= 14,63
0,3436	— 0,0498	= 14,49

B) Wasserverlust-Bestimmungen bei verschiedenen Temperaturen.

1. 0,5944 g hatten beim Stehen über concentrirter Schwefelsäure 0,0070 g verloren, also 1,17 %, schon nach 15 Stunden constant.

2) Dieselbe Substanzmenge verlor beim Erhitzen auf

125°	0,0088 g	= 1,48 %
150	0,0100	= 1,68
180—240	0,0110	= 1,85

3) 0,8726 g verloren bei

120—140°	0,0109 g	= 1,24 %
190—200	0,0138	= 1,58
285—300	0,0166	= 1,90
350—360	0,0178	= 2,04
nach dem Glühen	0,1237	= 14,17 %

C. Directe Wägungen des Wassers.

Bei Erhitzung mit 4—5 Zoll hoher Gasflamme gaben

	0,5303 g Substanz	— 0,0668 g H_2O	= 12,59 %
	0,5518 -	0,0660 -	= 11,96
	0,5287 -	0,0650 -	= 12,29
	0,5213 -	0,0644 -	= 11,98
	0,5727 -	0,0694 -	= 12,11
(a.)	0,4985 -	0,0603 -	= 12,07
(b.)	do. mit Gebläse	0,0707 -	= 14,15
(c.)	0,5097 g do.	0,0732 -	= 14,36

bei Bestimmung (a.) war der Glühverlust 11,77
- - (b.) - - - 14,49
- - (c.) - - - 14,65

D. Analysen des Klinochlors.

	I.	II. Controlbestimmung.
SiO_2	29,31	29,59
Al_2O_3	21,31	24,82 { Al_2O_3 / Fe_2O_3
Fe_2O_3	0,07	
FeO	3,24	
MgO	31,28	31,46
H_2O	14,58	14,73
Na_2O	0,43	0,30
Li_2O	Spuren	Spuren
	100,22	100,90

Im Pyknometer gaben 2,3990 g bei 19,5° C. 0,9388 g Wasserverlust, also spec. Gew. = 2,555.

Der Klinochlor hat also nicht 4, sondern 5 H_2O. Etwa ein Molekül Wasser entweicht schon über Schwefelsäure, das letzte der vier anderen Moleküle ist erst durch Hochglühhitze auszutreiben. Die Formel ist also:

$$H_8 Mg_5 Al_2 Si_3 O_{18} + H^2 O$$

oder

$$\left\{ \begin{array}{l} H_4 Mg_3 Si_2 O_9 \\ H_4 Mg_2 Al_2 Si O_9 \end{array} \right\} + H_2 O.$$

Obwohl im Klinochlor weder Fluor noch Chlor nachzuweisen war, zeigte das im Chlorcalciumrohr aufgefangene Wasser stark saure Reaction.

Ref.: C. Hintze.

7. R. Brauns (in Marburg): **Einige Beobachtungen und Bemerkungen zur Beurtheilung optisch anomaler Krystalle** (Neues Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1885, **1**, 96—118). Optisch normale Krystalle werden anomal durch einseitigen Druck oder einseitige Erwärmung; doch ist meist die Veränderung keine bleibende, weshalb die so häufig vorhandene optische Anomalie der Krystalle noch andere Ursachen haben muss. Schon in einer früheren Arbeit*) hat der Verf. bei mehreren Substanzen als Ursache der Anomalie das Vorhandensein isomorpher Beimischung gefunden. Die Untersuchungen werden nun in dieser Richtung fortgesetzt.

I. Chlornatrium.

Der Verf. fand die Beobachtungen des Herrn A. Ben Saude**) nicht ganz bestätigt. Vielmehr ist reines Chlornatrium stets isotrop; eine scheinbare Doppelbrechung wird nur durch Reflexion des Lichtes an den Wänden innerer Hohlräume hervorgebracht. Anders verhalten sich Mischkrystalle von Chlornatrium und Bromkalium; aber verschieden, wenn schneller oder langsamer, bei höherer oder niederer Temperatur gebildet. Beim Verdunsten in der Sonnenwärme bilden sich klare Hexaëderkrystalle, in der Mitte isotrop oder schwach doppeltbrechend, am Rande deutlich doppeltbrechend; nach Einschaltung des Gypsblättchens in der Diagonalstellung deutliche Feldertheilung, in jedem Sector die kleinste Elasticitätsaxe der Randkante parallel. Durch Verdunsten auf dem warmen Ofen gebildete Krystalle waren, so lange der Objectträger noch warm, schwach oder gar nicht doppeltbrechend; während des Erkaltens wurden sie sämmtlich doppeltbrechend; durch Erwärmen wurden sie wieder isotrop. Hier war eine Wechselzersetzung eingetreten, es hatte sich Bromnatrium neben Chlorkalium gebildet. Bromnatrium krystallisirt unter 30° C. mit $2 H_2 O$ monosymmetrisch, bei höherer Temperatur regulär. Bei stärkerer (250facher) Vergrösserung sieht man auf den Hexaëderkrystallen während des Abkühlens sechsseitige doppeltbrechende Kryställchen entstehen und jene bald bedecken. Mitscherlich giebt den ebenen Winkel, welchen die Prismenflächen beim Bromnatrium auf der Basis bilden = 114° 12′ an; gemessen wurden die ebenen Winkel jener sechsseitigen Kryställchen unter dem Mikroskop = 113°—116° und = 121°—124°, bei reinem Bromnatrium unter denselben Verhältnissen = 114° und = 123°.

*) Neues Jahrb. für Min. etc. 1883, **2**, 102—111. Referirt in dieser Zeitschr. **10**, 110.

) Neues Jahrb. für Min. etc. 1883, **1, 165—167 und Bull. soc. min. de France **6**, 260. Referirt in dieser Zeitschr. **9**, 570 u. **10**, 642.

II. Alaun.

Die Mischkrystalle zerfallen in zwei Gruppen. Bei den Mischkrystallen von Ammoniak-Thonerde-Alaun mit Kali-Thonerde-Alaun geht in Platten nach (111) O die kleinere Elasticitätsaxe in jedem Sector der Randkante parallel, sie steht dagegen senkrecht auf der Randkante bei den Mischkrystallen von

Ammoniak-Thonerde-Alaun mit Kali-Eisen-Alaun,
Kali-Thonerde-Alaun - Kali-Eisen-Alaun,
Ammoniak-Thonerde-Alaun - Kali-Chrom-Alaun,
Kali-Thonerde-Alaun - Kali-Chrom-Alaun,
Kali-Eisen-Alaun - Kali-Chrom-Alaun.

Lässt man einen isotropen Krystall von Ammoniak-Alaun in einer gesättigten Mischlösung von Ammoniak- + Eisen-Alaun sich mit einer Wachsthums-Schicht von etwa 2 mm Dicke überziehen, dann weiter mit einer ebenso dicken Schicht in einer Mischlösung von Ammoniak- + Kali-Alaun, so zeigt ein solcher geschichteter Krystall in Platten nach Oktaëder und nach Hexaëder um den isotropen Kern doppeltbrechende Zonen, welche in Bezug auf den optischen Charakter der obigen Eintheilung gehorchen. An der Grenze von Schichten mit verschiedenem optischem Charakter findet sich ein isotropes Band, wohl durch Compensation hervorgebracht. Andere Umwachsungen verhalten sich analog. Gemischte Lösungen von Ammoniak- + Kali- + Eisen-Alaun können durch Compensation ganz isotrope Krystalle bilden.

Zuweilen ist ein Zusammenhang nachweisbar zwischen der optischen Sectorentheilung und der polyëdrischen Streifung auf den Oktaëderflächen, entsprechend flachen Pyramidenoktaëdern. Der Verf. fand, dass die Winkel einer Pyramide einander gleich sind auf derselben Oktaëderfläche, auf verschiedenen Flächen verschieden. Die optische Structur steht in keinem Zusammenhang mit der gemeinen Wachsthumsstreifung, hervorgebracht durch Subindividuen von derselben Form wie das Hauptindividuum.

III. Unterschwefelsaures Blei.

Entgegen Herrn G. Wyrouboff*) tritt der Verf. für die regelrechte, der Substanz eigenthümliche Circularpolarisation ein, die an reinen Krystallen auch ganz normal zu beobachten ist. Nur bei dickeren Platten weicht im convergenten Licht das schwarze Kreuz beim Drehen etwas auseinander; diese Deformation deutet der Verf. als eine Wirkung der Schwere, da nur am Bleisalz, nicht am reinen Calcium- oder Strontiumsalz beobachtet. Optische Anomalien werden durch isomorphe Beimischung hervorgebracht. Der optische Charakter entspricht dem vorherrschenden Bestandtheil, Bleisalz positiv, Kalksalz negativ. Mischkrystalle mit vorwiegendem Bleigehalt zerfielen im parallelen Licht in ebensoviel Sectoren, als Umgrenzungselemente vorhanden; geringste Helligkeit zeigt jeder Sector, wenn seine Randkante 35° mit einer Nicol-Schwingungsrichtung bildet. Im convergenten Licht zeigen sich die Sectoren optisch zweiaxig, Axenebene in den abwechselnden Sectoren analog, in den gegenüberliegenden senkrecht zu einander, optisch positiv. Mischkrystalle von Calciumsalz mit wenig Bleisalz zerfallen auch in sechs Sectoren, optische Axenebene aber in jedem Sector senkrecht zur Randkante, Charakter negativ. Gleiches Verhalten der Mischkrystalle von Calcium- und Strontiumsalz.

*) Bull. soc. min. France 1884, **7**, 49. Referirt in dieser Zeitschr. **11**, 204.

IV. Ferrocyankalium.

Krystalle aus sorgfältig rein dargestellter Substanz sind optisch zweiaxig mit grossem Axenwinkel; gekreuzte Dispersion. In der pseudotetragonalen Basis bildet eine Auslöschungsrichtung mit der Combinationskante (001):(111) bei Thalliumlicht 30° 53′, bei Natriumlicht 30° 12′. Die Polkanten der pseudotetragonalen Pyramide wurden an einem Krystall von 82° 17′ bis 82° 5′ schwankend gefunden. Auch der Krystallhabitus meist nicht tetragonal.

In Bezug auf die Art und Weise der Einwirkung von Beimischungen auf die optische Anomalie meint der Verf., dass vielleicht die verschiedene Grösse des Volumens der Moleküle und die verschiedene Stärke des Brechungsvermögens eine gewisse Rolle spielen.

Ref.: C. Hintze.

8. **G. Wyrouboff** (in Paris): **Ueber die Pseudosymmetrie der wasserhaltigen Hyposulfate mit Circularpolarisation** (Bull. soc. min. de France 1885, 8, 78—85). Der Verf. wendet sich gegen die in der vorstehend referirten Arbeit von Herrn Brauns ausgesprochenen Ansichten, und hält besonders an seiner (l. c.) aufgestellten Behauptung fest, dass die Krystalle des unterschwefelsauren Blei nur pseudohexagonal seien. In Bestätigung der schon vorher geäusserten Vermuthung, die »forme primitive« des Bleisalzes sei entsprechend der des monosymmetrischen Baryumsalzes $BaS_2O_6 + 4H_2O$, ist es dem Verf. gelungen, aus einer Mischung von Blei- und Baryumsalz (etwa wie 6 : 1) monosymmetrische Krystalle von der Form des reinen Baryumsalzes zu erhalten, homogen und durchsichtig, mit einem Gehalt von 6—15 % Bleisalz; nur die ungünstigen Witterungsverhältnisse seien der Bildung noch höher bleihaltiger Mischkrystalle hinderlich gewesen. Auch die optischen Eigenschaften der Mischkrystalle gleichen denen des Baryumsalzes, nur der optische Axenwinkel ist etwas grösser.

Aus einer Mischung der Hyposulfate von Calcium und Baryum scheidet sich das weniger lösliche Kalksalz zuerst in hexagonalen Lamellen aus, scheinbar isotrop und homogen, aber zweiaxig mit kleinem Axenwinkel (während das ganz reine Kalksalz nur eine leichte Trennung des schwarzen Kreuzes zeigt); über jenen Lamellen bilden sich kleinere grau gefärbte, auch hexagonale, welche sehr unvollkommen auslöschen und sechs Sectoren mit wechselnden Axenrichtungen zeigen; endlich sieht man in der Mitte ebenfalls hexagonale Lamellen mit lebhaften Polarisationsfarben und ohne sichtbare Axen: das Barytsalz hat in den Mischkrystallen eine pseudohexagonale Form angenommen.

Die zuweilen an hexagonalen Lamellen beobachtete Einaxigkeit (mit schwach getrenntem Kreuz) ohne jede Circularpolarisation erklärt der Verf. durch Ueberwachsung von zweiaxigen Lamellen mit rechtwinklig gekreuzten Axenebenen. Im Baryumsalz steht nun die erste, positive, Mittellinie senkrecht zur Symmetrieebene, $2V = 87° 20'$ roth, $= 89° 42'$ grün, β für roth $= 1,532$, und die optische Axenebene bildet 45° mit der krystallographischen Verticalen. In Lamellen nach der Symmetrieebene werden bei Zwillingsverwachsung nach der Querfläche (100) die optischen Axenebenen 90° mit einander bilden, resp. bei Ueberlagerung einander rechtwinkelig durchkreuzen. Sind die Lamellen begrenzt von der Trace des verticalen Prismas, resp. der Querfläche, und der damit etwa 120° (bei dem Baryumsalz 118° 5′) bildenden Trace einer Hemipyramide, resp. eines Hemidomas, so bilden vier Individuen bei der Zwillingsverwachsung nach der Querfläche

ein Sechseck, mit theilweiser Ueberlagerung. Man kann aber auch durch Aneinanderlegen von drei solchen Individuen ein Sechseck bilden, in dem sich die optischen Axenebenen dann unter 60° schneiden. [Hier stossen die Individuen unsymmetrisch aneinander, in einer krystallographisch ganz unmotivirten Weise! Der Ref.] Je nachdem nun bei lamellarer Verwachsung und Ueberlagerung die optischen Axenebenen 90° oder 60° mit einander bilden, kann die Erscheinung optischer Einaxigkeit, ohne oder mit Circularpolarisation hervorgebracht werden. Da die meisten Krystalle drehende und nichtdrehende Partien zeigen, so kämen danach beide Verwachsungsarten am selben Krystall vor. Das Vorherrschen der Verwachsung erster Art würde das geringe Drehungsvermögen der Hyposulfate erklären.

Ref.: C. Hintze.

9. Th. Liebisch (in Königsberg in Pr.): **Ueber eine Goniometervorrichtung zur Messung zersetzbarer Krystalle** (Neues Jahrb. für Min., Geol. etc. 1885, **1**, 76—77).

Derselbe: Neuere Apparate zum Messen des Winkels der optischen Axen (Ebenda 1885, **1**, 175—183). Die betreffenden Instrumente, von R. Fuess in Berlin construirt, sind bereits beschrieben und mit den Originalfiguren abgebildet in P. Groth's »Physikalische Krystallographie« (zweite Aufl., Leipzig 1885). Dieses Werk befindet sich wohl in den Händen der meisten Leser dieser Zeitschrift, so dass hier ein ganz kurzes Referat genügt.

Zur Messung zersetzbarer Krystalle wird in die Centrir- und Justirvorrichtung des Goniometers (mit horizontalem Theilkreis) statt des gewöhnlichen Krystallträgers ein Hohlcylinder gebracht, in welchen eine Kugel eingelassen ist, die oben ein festes Krystalltischchen trägt. Auf die Kugel kommt eine kleine Glasflasche mit passend durchbohrtem Boden, in welchem durch Einölen die Kugel während des Justirens luftdicht gleiten kann, während die Flasche am Stopfen mit einer Federklammer zum Collimatorrohr festgehalten wird. In die Wand der Flasche sind senkrecht zu einander zwei planparallele Glasplatten für Ein- und Austritt des Lichtes eingesetzt. Der innere rinnenförmige Bodenrand der Flasche kann mit geeigneten Agentien gegen die Zersetzung der Krystalle gefüllt werden.

Der bekannte Adams-Schneider'sche Polarisations- und Axenwinkelapparat*) mit den neuen, einfacheren und stabileren Vorrichtungen hat in Kürze folgende Gestalt. Die untere Hülse enthält einen grossen Nicol, darunter eine biconvexe Linse und darüber ein Deckglas. Die obere Hülse enthält die Ocularlinse und trägt den Analysator. Zwischen die untere und obere wird eine, ganz frei herauszunehmende mittlere Hülse eingeschaltet, welche zwischen den beiden anderen um die Axe des Instruments drehbar ist. In der mittleren Hülse sitzt unten eine biconvexe Linse, entsprechend der unter dem Polarisator befindlichen; über jener eine planconvexe und eine ebensolche (mit eingeritztem Strichsystem) im oberen Theil der Mittelhülse; zwischen diesen beiden planconvexen Linsen ist die Mittelhülse seitlich durchbohrt zum Eintritt des Krystallträgers mit den beiden halbkugelförmigen Linsen, zwischen welche das Object geklemmt wird. Vom Object aus enthält also der obere Theil des Instruments nur drei Linsen, statt der vier des Schneider'schen Apparates. Die beiden Halbkugellinsen können in einem Kronrade von aussen mit einer Triebstange vollständig um die Axe des Instruments gedreht werden. Weiter kann der Krystallträger in einer

*) S. diese Zeitschr. 5, 381.

verticalen Ebene gedreht werden; die Drehung ist mit Nonius auf einem vertical an der Mittelhülse befestigten Theilkreis abzulesen; schliesslich kann auch noch senkrecht zum Theilkreis eine Drehung vermittelst Cylinderschlitten stattfinden, welche auch abgelesen werden kann.

Der zweite Axenwinkelapparat gleicht im Princip dem aus dem bekannten Groth-Fuess'schen Universalapparat hergestellten; nur ist die ganze Centrir- und Justirvorrichtung des Goniometers unter dem Theilkreis angebracht, und dient zur Centrirung und Justirung der Krystallplatte, die übrigens mit einer neuen Pincette gefasst wird, welche eine Drehung der Platte in ihrer Ebene ermöglicht. Das gewöhnliche Beleuchtungs-Fernrohr kann ersetzt werden durch ein Spectroskop, welches die Beobachtung des scheinbaren Winkels der optischen Axen für Licht von bestimmter Wellenlänge gestattet. Die Trommel der Schraube, welche das mit dem Collimator fest verbundene Prisma gegen die Axe des Fernrohrs bewegt, ist mit Theilung versehen; wenn man danach die Einstellung bestimmter Linien des Spectrums fixirt hat, kann der Apparat mit beliebigen Lichtquellen beleuchtet werden. Neben dem Beobachtungsfernrohr befindet sich noch ein Collimatorrohr mit einem Fadenkreuzsignal, zur Justirung der Krystallplatte und zur Messung des Winkels zwischen Plattennormale und einer optischen Axe.

Zur Verwandlung des Apparates in ein Totalreflectometer sind beigegeben ein schwach vergrösserndes Beobachtungsfernrohr, das nöthige Flüssigkeitsgefäss und zwei Zahnradscheiben (die eine in der Mitte durchbohrt, für auffallendes und durchfallendes Licht benutzbar), welche, statt der Pincette in den Justirkopf des Krystallträgers eingesetzt, dem Objekt eine volle Umdrehung um die Normale der spiegelnden Fläche mit Ablesung der Drehung gestatten.

Ref.: C. Hintze.

10. F. Sandberger (in Würzburg): **Borsäuregehalt des Glimmers. Mangangehalt des Apatits** (Ebenda 1885, 1, 171—172). Gelegentlich seiner Arbeiten über Erzgänge fand der Verf. einen Borsäuregehalt, bald gering, bald nicht unbeträchtlich in folgenden Glimmern, die mikroskopisch frei von Turmalin-Mikrolithen waren:

dunkler Kali-Eisenglimmer aus dem Gneiss von Schapbach und Wolfach im Schwarzwald und von Grossrückerswalde im Erzgebirge,

dunkler Kali-Eisenglimmer aus dem Granit von Wittichen im Schwarzwald und Niederpfannenstiel im Erzgebirge,

dunkler Lithion-Eisenglimmer aus dem Lithionit-Granit von Röslau im Fichtelgebirge,

lichter, fast eisenfreier Lithionit aus dem Pegmatit von Tröstau im Fichtelgebirge, Zinnwaldit von Zinnwald,

Phlogopit aus körnigem Kalk von Scheelingen im Kaiserstuhl und Ontario in Canada,

lichter grossblätteriger Kaliglimmer aus schriftgranitähnlichen Ausscheidungen im Gneiss von Aschaffenburg,

Rubellan (d. h. frischer Eisenkalimagnesiaglimmer) aus Basalttuff von Aschaffenburg und Pöllma bei Kupferberg (böhm. Erzgebirge), und aus Basalt von Oberbergen im Kaiserstuhl.

Der Verf. vermuthet, dass vielleicht alle Glimmer Borsäure enthalten.

In blaugrauen, prismatischen Apatitkrystallen aus einem Pegmatitgang von Zwiesel, bestehend aus Oligoklas und Kaliglimmer, hatte der Verf. schon früher

einen nicht unbeträchtlichen Mangangehalt entdeckt. Spec. Gew. des Apatits = 3,169. Eine Analyse des Herrn Hilger ergab:

Kalk	49,60
Calcium	2,27
Manganoxydul	3,04
Phosphorsäure	43,95
Fluor	2,15
	101,01

Ref.: C. Hintze.

11. **F. Sandberger** (in Würzburg): **Fairfieldit von Rabenstein. Pseudomorphosen von Quarz und Albit nach Kalkspath** (Neues Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1885, **1**, 185—186). Das vom Verf. früher*) als Leucomanganit bezeichnete Phosphat von Rabenstein hat sich durch genauere Untersuchung als identisch mit dem amerikanischen Fairfieldit erwiesen.

Auf Quarzkrystallen von Redwitz bei Wunsiedel sitzen Rhomboëder, bis 2 cm breit, deren Winkel von 45^0 auf $-\frac{1}{2}R$ des Kalkspaths deutet. Im Innern hohl, besteht die Schale aus wechselnden Lagen von Quarz und einem matten Mineral, welches nur Kieselsäure, Thonerde und Natron enthält und sich im Dünnschliff als bestehend aus zusammengehäuften Albit-Viellingen erwies.

Ref.: C. Hintze.

12. **A. Streng** (in Giessen): **Diopsid von Zermatt** (Ebenda 1885, **1**, 238 bis 239). Auf Vesuviankrystallen, angeblich neuen Vorkommens vom Matterhorn, sitzen 2—3 mm grosse, farblose Kryställchen von Diopsid, die erst nach der weggeätzten Kalkspathbedeckung sichtbar wurden. Combination: $(100)\infty P\infty$, $(001)0P$, $(110)\infty P$, $(310)\infty P3$, $(\bar{1}11)P$, $(\bar{2}21)2P$, $(\bar{3}31)3P$, $(112)-\frac{1}{2}P$, $(111)-P$, dazu zuweilen $(\bar{1}01)P\infty$. Tafelartig nach $(100)\infty P\infty$. Eine Reihe von Messungen stimmt gut mit dem von Herrn von Kokscharow aufgestellten Axenverhältniss überein:

$$a : b : c = 1,09312 : 1 : 0,589456$$
$$\beta = 74^0\, 11\tfrac{1}{2}'.$$

SiO_2	54,22
CaO	24,80
MgO	18,25
FeO	1,84
Glühverlust	0,41
	99,52

Mikroskopisch-chemisch auch die Gegenwart einer sehr kleinen Kali-Menge nachweisbar. Spec. Gew. = 3,11. Ref.: C. Hintze.

13. **A. Kenngott** (in Zürich): **Nephrit von Jordansmühl in Schlesien. Magnetismus des Tigerauges. Topas von Ouro Preto** (Ebenda, 1885, **1**, 239 bis 240).

Derselbe: Ueber Priceït, Colemanit und Pandermit (Ebenda, 1885, **1**, 241). 1. Der Verf. kommt durch Berechnung der Analysen des Herrn Traube**)

*) Neues Jahrb. f. Min. etc. 1879, 370.
) Ebenda 3. Beil.-Bd., 412. Referirt in dieser Zeitschr. **11, 429.

vom Jordansmühler Nephrit zu der Ansicht, dass besagter Nephrit wegen des grösseren Gehalts an Kieselsäure nur ein dem Nephrit verwandtes Mineral sei. Die Analysen im Vergleich zu denen anderer Nephrite deuten darauf hin, dass im Gemenge eine wasserhaltige Verbindung anwesend sei, und dass das Gemenge wahrscheinlich Diopsid und Grammatit enthalte; der geringe Thonerdegehalt stehe in keiner Verbindung mit dem Wassergehalt; auch die Mikrostructur sei verschieden von der des Nephrit. [Vergl. die nachfolgend referirte Entgegnung des Herrn Traube.]

2. Auf den entgegengesetzten Seiten einer $3\frac{1}{2}$ mm dicken Platte von »Tigerauge« beobachtete der Verf. mit einer gewöhnlichen Magnetnadel polaren Magnetismus, obwohl der eingesprengte Magnetit ganz frisch war.

3. Ein Topaskrystall, zur Hälfte seiner Grösse eingeschlossen in einem Rauchquarz von Capao d'Ulana bei Ouro Preto in der Provinz Minas Geraës, zeigte an den beiden herausragenden Enden insofern einen Unterschied, als die Pyramide am einen Ende kegelig gekrümmt erscheint, am anderen Ende aber aus der vorherrschenden Basis mehrere stumpfkegelige Spitzen hervorragen.

4. Der Verf. gelangt durch Berechnung der ihm bis zum Februar 1885 bekannt gewordenen Analysen des Priceït, Colemanit und Pandermit für die Zusammensetzung dieser Mineralien zu dem Verhältniss $4CaO : 5B_2O_3$; in Bezug auf den Wassergehalt weichen jene Analysen ziemlich weit von einander ab. [Für den Colemanit ergab bekanntlich die Analyse des Herrn Th. Hiortdahl*) $Ca_3B_8O_{15} + 7H_2O$ und Herr C. Bodewig**) fand $Ca_2B_6O_{11} + 5H_2O$.]

Ref.: C. Hintze.

14. H. Traube (in Breslau): **Ueber den Nephrit von Jordansmühl in Schlesien** (Ebenda 1885, **2**, 91—94). Gegen die Einwürfe des Herrn Kenngott (vergl. oben) macht der Verf. unter Anführung und Berechnung von vier Analysen unbezweifelter Nephrite geltend, dass jene Analysen***) gut mit denen des Jordansmühler Nephrit übereinstimmen, und z. Th. sogar noch mehr Kieselsäure aufweisen. Auch ein geringer Thonerdegehalt neben viel Wasser sei bei Nephriten häufig. Wenn sich der Jordansmühler Nephrit in der mikroskopischen Beschaffenheit von den übrigen unterscheide, so sei eben verschiedene Mikrostructur der Exemplare verschiedener Fundorte dem Nephrit eigenthümlich. Die besonders charakteristische Beschaffenheit, verfilzte kleine Hornblendenädelchen, besitze aber auch das Jordansmühler Mineral.

Ref.: C. Hintze.

15. Georg F. Kurz (in New York): **Mineralogische Notizen** (Proceed. of the Americ. Assoc. for the Advancement of Science, August 1885 u. Americ. Journ. Science **30**, 275, Octob. 1885). Die wichtigste dieser Notizen enthält die Beschreibung des Vorkommens gediegenen Antimons von der Brunswick Mine, Prince William Parish, York Co. Diese Grube liegt am rechten Ufer des St. Johnflusses, 24 Meilen von Fredrikton, und wurde im Jahre 1860 aufgefunden.

Das Antimon findet sich hier gewöhnlich in dichten, zuweilen auch in fein-

---

*) Vergl. diese Zeitschr. **10**, 25.

) Ebenda **10, 179.

***) Mitgetheilt in dem Werke von H. Fischer »Nephrit und Jadeït«. Nephrit von Turkestan und Neuseeland, analysirt von Fellenberg; Nephrit von Neuseeland, anal. von Scheerer; Nephrit vom »Orient«, anal. von Schafhäutl.

körnigen Massen und zeigt dann bisweilen einen schwach muscheligen Bruch, die Farbe ist ausgesprochen stahlblau. Die Formen, in denen es sich gewöhnlich findet, sind entweder abgerundete oder längliche Klumpen von 10—12 Zoll Durchmesser und 20—50 Pfund Gewicht; sie gehen über in eine grobkörnige Varietät. Es findet sich ferner in krystallinisch-strahligen Platten. Die einzelnen Blättchen sind 1—2, manchmal 4 Zoll lang und $\frac{1}{8}$ Zoll breit.

Einige Spaltungsstücke zeigen eine Streifung ähnlich der von Laspeyres beschriebenen, welche er als von vielfacher Zwillingsbildung herrührend erkannte. Das spec. Gewicht eines reinen grobkrystallinischen Stückes wurde zu 6,606 bei 15^0, dasjenige des dichten, feinkörnigen zu 6,693 bestimmt. Eine von Herrn James L. Makintosh vorgenommene Analyse ergab:

	Grobkörnige:	Feinkörnige Var.:
Arsenik	0,86 %	0,47 %
Eisen	0,11	0,34
Gangart	0,84	5,04

Das Uebrige ist in beiden Fällen metallisches Antimon, frei von anderen bestimmbaren Beimengungen. Zur Analyse verwandte Substanz 1 g. An Begleitmineralien sind zu nennen:

1. Antimonglanz, in Quarzadern in ziemlicher Menge eingesprengt, entweder dicht oder in kleinen, strahlenförmig auseinanderlaufenden Blättchen, manchmal auch in grossen Klumpen mit Blättern von 4—6 Zoll Länge und $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ Zoll Dicke. Sehr kleine Krystalle finden sich zuweilen in den Hohlräumen.

2. Valentinit, in dichten und körnigen Massen, ferner in radialstrahligen Krystallaggregaten, sowie auch in kleinen ausgebildeten Krystallen.

3. Rothspiessglanz in den Hohlräumen des Antimons und Antimonglanzes in kleinen Krystallbüscheln von höchstens $\frac{1}{2}$ Zoll Grösse. In der Regel findet es sich auch in halbkugeligen Aggregaten in Hohlräumen des Antimons. Farbe dunkelkirschroth bis nahezu schwarz.

Das Gestein der Umgegend ist ein schwarzer Thon, durchzogen von Gängen von Quarz und Kalkspath mit Antimonglanz in einer Mächtigkeit von 1—40 Fuss; sie ähneln den Lagerstätten von South Ham, Canada.

Der Verf. theilt auch eine kurze Beschreibung eines Beryll-Krystalls von Auburn, Maine, mit, welcher 30 cm lang und 22 cm breit ist und in seinem Querbruch nicht weniger als 50 Schichten zeigt, und zwar 25 von Beryll und 25 von Albit, Muscovit und Quarz. Ebenso zeigt ein Granat von Raimond, Maine, ein Dutzend solcher concentrische Schichten von Granatsubstanz und Kalkspath. Er erwähnt ferner, dass manche der durch ihre ungewöhnlich schöne blaue Farbe sich auszeichnenden Kalaïte von New Mexico sich als künstlich gefärbt erwiesen haben.

In der Nähe von Mte. Antero, Chaffee Co. in Colorado, fanden sich schöne blaue Berylle und bei Salida, ebenfalls in Colorado, 2—8 Pfund schwere, grosse Granaten, zum Theil chloritisirt. Bei Rumford, Oxford Co. in Maine, wurden Massen von Rubellit, ferner einige kleine, roth und grün gefärbte Turmalin-Krystalle, sowie Indigolith gefunden, in Begleitung von Lepidolith, Spodumen, Columbit, Triplit etc.

Ein pseudomorphosirter, gelblichbrauner Krystall von Magnet-Cove in Arkansas zeigte die gewöhnliche Form $2O2$ des Granats, bestand aber aus Orthoklas. Spec. Gew. 2,37—2,44. Eine von Herrn J. A. Genth ausgeführte Analyse ergab:

SiO_2	60,77 %
Al_2O_3	22,13
Fe_2O_3	0,44
MgO	0,05
Na_2O	0,36
K_2O	13,91
H_2O	2,95
	100,61

Diese Analyse vergleicht der Verf. mit derjenigen Bergmann's einer Pseudomorphose von Feldspath nach Leucit von Oberwiesenthal (s. a. Sauer, Zeitschrift geol. Ges. **37**, 456) und vermuthet, dass die in Rede stehende Pseudomorphose ebenfalls eine solche nach Leucit sein könne. Diese Ansicht bedarf übrigens noch des weiteren Beweises, besonders in Anbetracht der Thatsache, dass auch Melanit in derselben Form, wenn auch meistens noch die Flächen von ∞O zeigend, an diesem Fundort häufig ist.

Ref.: E. S. Dana.

16. **U. P. Blake** (in New Haven): **Die verschiedenen Formen des natürlichen Goldes** (Report of the Direct. of the U. S. Mint for 1884). Eine ziemlich populäre Arbeit von 25 Seiten über die Krystallformen des gediegen Gold. Der Verf. fasst die Ergebnisse früherer Beobachtung kurz zusammen und giebt dazu einige Zeichnungen der gewöhnlichsten am Gold vorkommenden Formen. Diesen sind einige eigene Beobachtungen beigefügt über die eigenthümlich verdrehten und ausgehöhlten Krystalle von Californien, welche er zahlreich abbildet. Es folgen noch einige Bemerkungen über das Vorkommen des Goldes an verschiedenen Localitäten, über Goldklumpen und Anderes.

Ref.: E. S. Dana.

17. **U. P. Blake** (in New Haven): **Ueber den Uintahit** (Engeneering and mining Journ. Dec. 26, 1885). »Uintahit« ist ein asphaltähnlicher Kohlenwasserstoff von den Uintah Mts., Utah, wo derselbe in Klumpen von mehreren Zoll Durchmesser gefunden wird. Leicht zerbrechlich und muschligen Bruch zeigend, H. = 2—2,5, spec. Gew. 1,065—1,075. Farbe schwarz, glänzend. Er schmilzt leicht in der Kerzen-Flamme, brennt mit glänzender Flamme, wie Siegellack und giebt wie dieser gute Siegelabdrücke. Löslich in Petroleum und erwärmtem Terpentinöl, unlöslich in gewöhnlichem Alkohol und Aether. Mit geschmolzenem Wachs bildet er eine schwarze Mischung »burnt wax«.

Ref.: E. S. Dana.

18. **O. W. Huntington** (in Cambridge): **Azuritkrystalle von Arizona** (Proc. Amer. Acad. Arts and Sciences 1885, 222). Die untersuchten Krystalle stammen von Clifton in Ost-Arizona. Der Azurit ist enge vergesellschaftet mit Malachit, und dieser wieder mit Cuprit und gediegen Kupfer. Die Oxyde des Eisens sind ebenfalls in grosser Menge in den Erzen vorhanden. Die ausführlich beschriebenen Krystalle sind nach der Orthodiagonale verlängert und haben $0P$ (001) und ($\bar{1}01$) $\bar{P}\infty$ vorherrschend. An Formen wurden beobachtet: $\infty\bar{P}\infty$ (100), $0P$ (001), ∞P (110), $-\bar{P}\infty$ (101), $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ ($\bar{1}02$), $\bar{P}\infty$ ($\bar{1}01$), $3\bar{P}\infty$ ($\bar{3}01$), $\frac{2}{3}\breve{P}\infty$ (023), $\breve{P}\infty$ (011), $2\breve{P}\infty$ (021), $-P$ (111), P ($\bar{1}11$). Eine Tabelle der ge-

messenen Winkel, denen zum Vergleich die von Des Cloizeaux gegebenen beigesetzt sind, lässt eine, der Beschaffenheit der Flächen entsprechende, genügende Uebereinstimmung erkennen, zeigt aber auch, dass die Krystalle dieses Fundortes zu genaueren Messungen unbrauchbar sind.

Ref.: E. S. Dana.

19. W. G. Brown (Universität Virginia): **Ueber einen Quarzzwilling von Albermarle County, Virginia** (Amer. Journ. of Sc. **30,** 191).

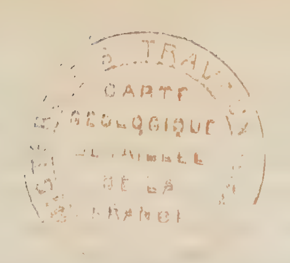
O. W. Huntington (Cambridge, Mass): **Quarz-Zwillinge** (Proc. Amer. Acad. of Arts and Sciences 1885, 225).

Brown giebt zunächst eine kurze Uebersicht der von Rose, Eck, Jenzsch, vom Rath und Frenzel, E. S. Dana und Hare an Quarzzwillingen und regelmässigen Verwachsungen von Quarz mit Calcit erhaltenen Beobachtungsresultate. Alsdann beschreibt er eine Amethystgruppe von Mechums River, Albermarle Co., Virg., auf welcher ein Zwilling sich befindet, für den $-\frac{5}{8}R$ als Zwillingsebene angenommen wird. Diese Verwachsung besteht aus drei Individuen a, b, c, von denen a und c in paralleler Stellung sich befinden, während bei a und b die Fläche R scheinbar in eine Ebene fällt, in Wirklichkeit aber um einen ganz geringen Winkel von einander abweichen; denn wenn man die eine Fläche horizontal stellt, so ist deutlich zu erkennen, dass die andere ein wenig um eine, die Spitzen beider Krystalle verbindende, Axe gedreht erscheint.

Wird $-\frac{5}{8}R$ als Zwillingsebene angenommen, so bilden die beiden Hauptaxen einen Winkel von 104^0 und die Flächen von R einen solchen von $0^0\,26'$.

Dieselben Krystalle wurden auch von Huntington untersucht, welchem das reiche Beobachtungsmaterial der Sammlung des Harvard College vorlag. Unter zahlreichen anscheinenden Zwillingen befanden sich aber nur drei, welche auf eine ausgesprochene Zwillingsfläche zurückgeführt werden konnten. Bei einem waren R des einen und R' des andern Krystalls in derselben Zone gelegen und bildeten einen Winkel von $21^0\,32'$, was, einen wirklichen Zwilling vorausgesetzt, $-\frac{9}{22}R$ als Zwillingsfläche ergiebt. Bei dem zweiten bildeten $R:R'$ einen Winkel von $50^0\,26'$ und die Zwillingsfläche würde $-\frac{2}{11}R$ sein. Beim dritten endlich fällt R und s in dieselbe Zone mit den Hauptaxen, der Winkel $R:s = 14^0\,44$ entspräche ziemlich genau dem durch die Zwillingsebene $-\frac{7}{20}R$ verlangten. Die Uebereinstimmung zwischen gemessenen und berechneten Winkeln ist allerdings gross, aber es sind dies doch nur drei Fälle unter zahlreich untersuchtem Material, so dass es als wahrscheinlich erscheint, dass dieselben als Zufälligkeiten betrachtet werden müssen.

Ref.: E. S. Dana.



XXVIII. Die thermischen Constanten des Schwefels.

Ein Beitrag zur Lehre der Ausdehnungscoëfficienten.

Von

A. Schrauf in Wien.

(Mit 9 Holzschnitten.)

»Der Einfluss der Temperatur vermag die Winkel des prismatischen Schwefels bedeutend zu afficiren. Genauere Daten hierüber zu geben, muss ich aber einer späteren Untersuchung vorbehalten.« Dieses vor 26 Jahren von mir veröffentlichte Versprechen will ich durch die vorliegenden Blätter einzulösen versuchen. Aber das Ziel der jetzigen Arbeit ist auch die Beantwortung theoretischer Fragen. In diesem Sinne führte thatsächlich die Bestimmung der Dilatation von Schwefel zur Kenntniss einiger Relationen, welche in der allgemeinen Lehre der Ausdehnungscoëfficienten Verwerthung finden.

Wie in jeder Wissenschaft zu bestimmten Zeiten gewisse Fragen ihre Beantwortung dringend heischen, so ist auch auf dem Gebiete der Dilatationslehre die Durchforschung eines pelluciden trimetrischen Grundstoffes ein unabweisbares Bedürfniss geworden. Die Gründe hierfür sind folgende, und sie reizten zu einer intensiveren Untersuchung des gewählten Objectes. Kopp sagt 1852: »Die Ausdehnung der festen chemischen Verbindungen ist keineswegs einfach durch die chemische Zusammensetzung bedingt (Aragonit — Calcit), aber auch von der Lagerung der Atome, so weit auf diese aus dem Isomorphismus geschlossen werden kann, hängt die Ausdehnung nicht allein ab (Kalkspath — Eisenspath; Rutil — Zinnstein).« Pfaff negirt 1859 in seinen Sätzen 4. 5. 6. jede Beziehung der axialen Ausdehnungscoëfficienten zu Krystallaxen, isomorpher Orientirung und optischen Verhältnissen. Aus Fizeau's Beobachtungen, trotzdem sie sich über zahlreiche krystallisirte Substanzen erstrecken, lässt sich ebenfalls nur das allgemeine Gesetz ableiten: dass die Dilatation anisotroper Medien scheinbar unabhängig von den Werthen der Krystall- und Elasticitätsaxen, aber

immer abhängig von der morphologischen Symmetrie der Körper sei. Alle diese Aussprüche lassen sich in die Worte zusammenfassen: die krystallographischen $(a\,b\,c)$, optischen $(\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}\,\mathfrak{c})$ und thermischen $\tau(\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}\,\mathfrak{c})$ Schemata können verschieden sein. Auch Arzruni, welcher 1877 die Einwirkung der Temperatur auf die Brechungsexponenten von Baryt, Cölestin, Anglesit studirte, hat nur constatiren können, dass bei diesen genannten isomorphen Körpern kein allgemein gültiger Connex zwischen den drei erwähnten Schemata existirt. Es besteht wohl, wie später gezeigt werden soll, eine Beziehung zwischen den Werthen der Krystallaxen und dem Dilatationsmodulus. Sie ist darstellbar durch die Gleichung

$$m_i\, a_i\, \mathfrak{L}_i^{-1} = Const.,$$

worin m_i unbestimmte einfache Factoren bedeutet. Allein durch diese Relation ist noch immer nicht bedingt, dass alle isomorphen Substanzen gleiches thermisches Schema besitzen, weil ja der unbestimmte Factor m_i seinen Werth wechseln kann. Diese Variation, und somit die ungleiche thermische Orientirung bei Gliedern einer isomorphen Reihe wird zum mindesten verständlich und erklärlich, wenn man die Hypothese einer axial orientirten Lagerung der chemisch differenten Atome im Molekül der Verbindung annimmt. Auf diese mögliche Erklärung der thermischen Differenzen habe ich schon 1868 in meinem Lehrbuch hingewiesen. Sie findet ihre Begründung in der Thatsache, dass die verschiedenen Elemente auch verschiedene Ausdehnungscoëfficienten besitzen. Die axiale Orientirung des sich am meisten expandirenden Grundstoffes muss das totale Resultat für diese Richtung wohl nicht für sich allein bedingen, aber mindestens beeinflussen.

Derartige Prämissen führten mich zu dem Schlusse, dass irgend welche Relationen der thermischen Coëfficienten zu den Werthen der Krystall- oder Elasticitätsaxen nur dann erkennbar sein werden, wenn jener Einfluss vollständig eliminirt ist, den etwa eine »intramolekulare« chemische Differenzirung der Substanz hervorbringen könnte. Diese Bedingung ist aber bloss bei den krystallisirten Grundstoffen erfüllt. Deshalb ist auch die genaue Ermittelung der Ausdehnungscoëfficienten eines anisotropen durchsichtigen Grundstoffes — wie es eben Schwefel ist — eine wichtige und lohnende Arbeit. Sie gab auch über die Verhältnisse bei Verbindungen Aufschluss.

Dies waren die Gründe, welche mich zur Durchführung der Untersuchung bestimmten. Die vorliegende Abhandlung sucht die gewonnenen Resultate in fünf Kapiteln darzustellen, welche der Reihenfolge nach umfassen:

directe volumetrische Messungen,
goniometrische Bestimmung der angularen Veränderungen,
Variation der Ausdehnungscoëfficienten,

absolute Winkelwerthe,

Relationen zwischen Dilatation, Atomgewicht, Dichte und Parameter.

Die Methoden der Beobachtung sind dieselben, welche ich zu meinen Bestimmungen der Ausdehnung von Brookit, Anatas, Rutil verwendete und in der Einleitung der Abhandlung: über Trimorphie von Titandioxyd, ausführlich beschrieb. Auch bei der Untersuchung des prismatischen Schwefels wurde der gesammte Beobachtungsraum längere Zeit bei constanter Temperatur zu erhalten gesucht. Object, Instrument und Beobachter befanden sich also in einem Raume von gleicher Temperatur. Das zur Untersuchung im Laufe der Jahre benutzte Material von trimetrischem S bestand theils aus natürlichen, theils sogenannt »künstlichen« Krystallen. Von letzteren sowohl makroskopische als mikroskopische Objecte. Nur jene Beobachtungen, welche auf die vorliegenden Fragen directen Einfluss nehmen, werde ich hier mittheilen.

Am Schlusse der Einleitung wäre noch der Neuerungen in der Bezeichnungsweise axialdifferenzirter Constanten zu gedenken, welche ich wegen ihrer Zweckmässigkeit den geehrten Fachgenossen zur Berücksichtigung empfehle. Alle Angaben sind auf die optischen Elasticitätsaxen bezogen und in der Reihenfolge $\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$ notirt. Es ist hierbei nach altem Brauche $\mathfrak{a} = \gamma^{-1}$ und $\mu_i = \gamma < \beta < \alpha$. Der Suffix i bezieht sich immer auf $\mathfrak{a}\,\mathfrak{b}\,\mathfrak{c}$. Für die verschiedenen Systeme der drei Coordinatenaxen wurden successive die Buchstaben $a_i\, c_i\, C_i\, x_i\, X_i$ gewählt. Ferner bedeutet l_i axialen, l_m mittleren Ausdehnungscoëfficient; D_i axiale, D_m mittlere Dichte; m_i unbestimmte Multiplicatoren; $\mathfrak{L}_i$ Dilatationsmodulus. Buchstaben als Präfixe bedeuten, wenn Initialen, den Namen des Autors, hingegen w Wage, μ Mikroskop, a Annäherungswerth, r Rechnung, b Beobachtung. Den physikalischen Constanten und Winkeln W^t ist die Temperatur, für welche sie gelten, in Celsiusgraden beigesetzt.

I. Directe Volumsbestimmungen.

§ 1. Hydrostatische Wägungen. Der mittlere cubische Ausdehnungscoëfficient $3\,l_m$ bei verschiedenen Temperaturen ward für den prismatischen Schwefel von Kopp*), Spring**), Russner***) bestimmt. Sie verwendeten theils Dilatometer, theils Pyknometer. In Folge dieser Beobachtungsmethoden waren sie auch im Stande, für das Intervall Δt von 0°—115° C. die Ausdehnung von S zu ermitteln. Da aber hier (vergl. § 11) nur die Aufgabe zu lösen war, bei circa $t_m = 17°$ C. und innerhalb eines mässigen Temperaturintervalles den mittleren Ausdehnungscoëffi-

*) Kopp, Ann. Ch. Pharm. 1849, **81**, 35; 1855, **93**, 177.

) Spring, Bull. Ac. Belg. 1881, **2, 88; Wiedem. Beiblätt. 1881, **5**, 854.

***) Russner, Carl's Repert. d. Phys. 1882, **18**, 159.

cienten möglichst genau zu bestimmen, so konnte die gewöhnliche Methode hydrostatischer Wägungen benutzt werden. Dadurch vermeidet man gleichzeitig die fast unüberwindlichen Schwierigkeiten, welche sich der »absolut« genauen Volumsbestimmung eines Pyknometers für verschiedene Barometer- und Thermometerablesungen in den Weg stellen. Man ist im Wesentlichen nur von den Gewichtscorrecturen und von dem — als bekannt vorauszusetzendem — Volumen des Wassers abhängig. Auch ergiebt dies Verfahren gleichzeitig das Volumgewicht, dessen Kenntniss für die Verwerthung der optischen Angaben nothwendig ist.

Als Material dienten drei homogene, reine Bruchstücke von grossen, sicilianischen Schwefelkrystallen. Sie hatten ein Gesammtgewicht von 8,42 g. Die benutzte Wage, von Oertling in Berlin gebaut, giebt bei Wägungen in Luft ganz präcis 0,00005 g an. Wird sie für hydrostatische Wägungen adjustirt, so vermindert sich wohl, wegen der Reibung in Wasser, die Empfindlichkeit derselben. Letztere sinkt aber nicht unter 0,00015, wenn man einen grossmaschigen Platinkorb zur Aufnahme der Substanz anwendet, und letztere mit den breiten Seiten vertical stellt, damit das Wasser zwischen den einzelnen Stücken leicht hindurchgleiten kann und die Reibung im widerstehenden Mittel zum Minimum wird.

Weit grössere Schwierigkeiten bereitet die Erzielung möglichst constanter Temperatur während der Wägung und in Abhängigkeit hiervon die genaue Tarirung der Wage selbst. Bei geringen, kaum 0,1° C. betragenden Temperaturvariationen schwankt die Tara der Wage um einige Zehntel-Milligramm wegen des ungleichen Auftriebes von kälterem und wärmerem Wasser. Diese Schwierigkeit wird mit dem Ansteigen der Temperatur immer lästiger. Ich fand es wenigstens unmöglich, bei $t^0 = 32^0$ C. eine genaue einwurfsfreie hydrostatische Wägung im gewöhnlichen Wageraume vorzunehmen. Die bekannte Methode, die verlängerte Aufhängevorrichtung unter und ausserhalb der Wage in Wasser eintauchen zu lassen, ward absichtlich nicht benutzt. Für das zu berücksichtigende Intervall 8° bis 25° C. erwiesen sich die getroffenen Vorsichtsmassregeln als genügend, um mittelst zahlreicher Repetitionen der Wägungen genaue Resultate zu erhalten.

Nach diesen Bemerkungen sind die folgenden Zahlenreihen wohl verständlich. Zur Reduction von D_t^t auf D_4^t, das heisst: auf jene Dichte, welche das t^0 C. warme Mineral gegen Wasser von 4° C. besitzt, wurden die Angaben von Rosetti*) benutzt. Die je in einem Monat erhaltenen Einzelnbeobachtungen wurden zu Mittelwerthen vereinigt.

---

*) Pogg. Ann. Suppl. 5, 268.

	t_1^0	D_1	t_2^0	D_2
XII. 1884	7°,81	2,06890	23°,28	2,07019
II. 1886	8,25	2,06939	26,05	2,07066
II. 1885	8,64	2,06974	26,32	2,07085
Mittel:	8°,27	2,06934	25°,22	2,07057
Vol. (H_2O)		1,000131		1,003072
D_4^t		2,069069		2,064228

Hieraus folgt für die mittlere Beobachtungstemperatur $t_m = 16°,745$ der cubische Ausdehnungscoëfficient des prismatischen Schwefels für je 1° C. zu 0,000138354. Ferner ist ${}^w l_m^t$ der mittlere durch Wägung bestimmte lineare Ausdehnungscoëfficient, und die Dichte:

$$ {}^w l_m^{16,75} = 0,000046118 \quad \text{(I.)} $$

$$ D_4^{16,75} = 2,06665. \quad \text{(II.)} $$

Die Dilatation (I.) stimmt ziemlich gut mit jenen Werthen überein, welche Russner und Kopp durch pyknometrische Wägungen erhielten. Russner (l. c.) findet

$$ {}^R l_m^{20} = 0,0000533, $$

Kopp in seiner älteren (1849) Arbeit (l. c.)

$$ {}^K l_m^{6,5} = 0,00004567, \qquad {}^K l_m^{31} = 0,000061. $$

Dabei aber erwähnt Kopp ausdrücklich, dass 1 mg Wägungsfehler oder eine Verbesserung des hypothetischen Werthes vom Wasservolumen den Betrag der Dilatation wesentlich alteriren müsse. Das Gleiche gilt von den oben angeführten Zahlen. Die grosse Uebereinstimmung der von verschiedenen Autoren erhaltenen Resultate spricht wohl dafür, dass die unvermeidlichen Fehler Grössen höherer Ordnung waren.

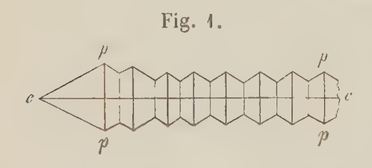
§ 2. Mikroskopische Messung der linearen Dilatation. l_c. Zu diesen Beobachtungen ward wie bei meiner Arbeit*) über Titandioxyd ein Mikroskop von Fuess benutzt, dessen Tisch durch eine Mikrometerschraube gegen den Ocularfaden verschoben werden kann. Die Theilung der Mikrometertrommel giebt 2 Mikron, doch ist $\frac{1}{2}$ Mikron zu schätzen. Eine grössere Genauigkeit der Einzelnbeobachtungen ist wohl wünschenswerth, aber nicht zu erzielen, denn sie wird weniger vom Instrumente als vom Objecte bedingt. Die Genauigkeit der Einstellung auf scharf entwickelte Kanten eines mikroskopischen Krystalles ist nicht vergleichbar mit der Präcision, welche einer Messung von künstlich und vertieft angebrachten Marken eines Maassstabes zukommt. In unserem Falle ändert sich der Aspect von der erhöhten Kante, und dadurch auch die Schärfe der Einstellung mit wechselnder Beleuchtung. Dies hat einen sehr grossen Einfluss

*) Diese Zeitschr. 1884, 9, 442—443.

auf die Genauigkeit der Beobachtung, wenn die rechts und links als Marken dienenden Kanten nicht durch Flächen gleicher Lage und Schattenfalles begrenzt sind. Schliesslich hindert auch die Unmöglichkeit, zwei in absolut gleichem Niveau liegende Marken an dem Objecte aufzufinden, die Anwendung der stärksten Vergrösserung. Letztere muss vielmehr so gewählt werden (circa 500 fach), dass — trotz wechselnder Lichtintensität und etwaiger Niveaudifferenz beider Marken — diese bei constant bleibender Mikroskopeinstellung möglichst deutlich gesehen werden. Dadurch reducirt sich die theoretisch weit grössere Genauigkeit mikroskopischer Messungen im vorliegenden Falle auf $\frac{1}{2}$—1 Mikron für jede Einzelnablesung. Natürlich wird durch vielfache Repetition der wahrscheinliche Fehler des Endresultates unter 0,1 Mikron herabgedrückt.

Zur directen Messung und Bestimmung des linearen Ausdehnungscoëfficienten ${}^{\mu}l^{t}_{c}$, welcher für die Richtung der morphologischen Hauptaxe und Elasticitätsaxe $\underset{+}{c}$ gilt, wurden Präparate von Schwefelkrystalliten benutzt. Bekanntlich scheidet sich der Schwefel aus seinen Lösungen in CS_2 nicht bloss in diversen Trichiten-Formen aus, sondern er bildet auch lanzett- und pfriemenförmige Einzelgebilde. Letztere erreichen in einem solchen Präparate manchmal beträchtliche Länge, wenn man durch genügenden Zusatz von dickflüssigem Canadabalsam das Wachsthum derselben verzögert hat. Diese spiessähnlichen Krystalle bestehen aus aneinandergereihten, parallel verwachsenen Grundpyramiden. Sie liegen also mit der Wachsthums- und Hauptaxe a_c in der Beobachtungsebene. Uebrigens fällt bei günstiger Ausbildung des Präparates eine Serie der Polkanten genau in die Mitte des Krystallcomplexes und bildet eine ununterbrochene Gerade (cc Fig. 1). Hierdurch ist es möglich, die Hauptaxe cc parallel zu einem Ocularfaden einzustellen und das Präparat parallel derselben zu verschieben. Die wegen der reihenweisen Krystalleinigung vielfach vorhandenen Mittelkanten gestatten anderseits diverse Kanten pp (Fig. 1) rechts und links von der Mitte als Marken zu benutzen.

Fig. 1.



Schwierigkeiten für die Messung erwachsen nur aus dem Umstande, dass diese Kryställchen nicht frei sind, sondern eingebettet in Canadabalsam zwischen zwei Gläsern liegen. Es lässt sich von vornherein nicht entscheiden, ob die Dilatation eines solchen Objectes vollkommen ident ist mit der eines allseits freien Krystalls. Man muss vielmehr zugestehen, dass durch die nothwendigen Temperaturänderungen der Canadabalsam selbst theils verdickt und zäher, theils in der Wärme dünnflüssiger wird. Er kann somit in gewissem Sinne hemmend oder befördernd auf die Bewegung des Objectes einwirken, um so mehr, als auch die Bedeckung durch Glas die freie Volumveränderung des Balsams beschränkt. Dieser secundären

Einwirkung des Canadabalsams mag zuzuschreiben sein, dass mehrere gemessene Krystalliten im Laufe der Untersuchung Haarrisse erhielten. Wohl waren diese frisch entstandenen Quersprünge mikroskopisch fein, trotzdem mussten solche in ihrem Zusammenhange gelockerte Präparate von allen weiteren Beobachtungen ausgeschlossen werden.

Einen anderen unangenehmen Effect ruft der Canadabalsam bei relativ frischen, das heisst 8—14 Tage alten Präparaten hervor. In solchen Fällen enthält der Balsam noch beträchtliche Mengen seiner flüchtigen Terpene, sowie auch Antheile von CS_2, ja selbst noch Spuren des gelösten Schwefels. Während und nach starkem Erkalten (gegen die gewöhnliche mittlere Temperatur) beginnt der noch vorhandene Schwefel wieder auszukrystallisiren, und für das anvisirte, bereits gemessene Object beginnt eine neuerliche Periode des Wachsthums. Bei Temperaturen von ca. 30° C. löst sich hingegen ein Theil des schon auskrystallisirten Individuums im warmen Balsam, dasselbe wird effectiv kürzer, und beim Erkalten durch neuerlichen Anschuss am Krystallende wieder länger. Durch den wechselnden Lösungs- und Ausscheidungsprocess wird also eine wahre Volumsänderung hervorgerufen. Da sie unbedeutend ist und nur 0,5—4,0 Mikron beträgt, so könnte sie mit dem Effecte wirklicher thermischer Dilatation verwechselt werden. Man muss um so grössere Vorsicht aufwenden, da dieses Abschmelzen und Ausfrieren des Schwefels nicht während der Messung selbst, sondern erst nachträglich, an dem folgenden Tage bei der nächsten Beobachtungsreihe bemerkbar wird.

Als Beispiel für diese Verhältnisse mögen einige Zahlen dienen. Bestimmt wurde die Länge eines Krystallspiesses von Schwefel, welcher sich bei der mittleren Temperatur 15° C. gebildet hat. Das Präparat war gemacht 13./I. 1885. Die Messungen ergaben an folgenden Tagen:

23./I. 85	t^0 = 27°,8	Länge = 2072,8 Mikron
24./I. 85	17,6	2072,4 -
25./I. 85	8,5	2075,0 -
26./I. 85	22,2	2076,5 -
27./I. 85	9,1	2075,7 -

Diese Längenänderungen sind nicht thermischer Natur, sondern Folge des Krystallisationsactes. Man erkennt, dass an dem 14. Tage seiner Existenz das Präparat schon eine gewisse Stabilität der Dimension erreicht hat und dass die lösenden Bestandtheile des Canadabalsams möglichst evaporirt sind.

Als Hauptobject für die definitive Bestimmung der Dilatation l_c diente das Präparat 8, nachdem eine dreiwöchentliche Prüfung desselben ergeben hatte, dass keine messbaren Aenderungen durch den warmen Canadabalsam hervorgerufen werden. In den Monaten Februar und März 1885 wurden

200 Einzelbeobachtungen über die Volumsänderung durchgeführt. Sie lieferten das Endresultat:

t^0	Länge parallel der Hauptaxe:	
11°,10	2126,550 Mikron	$\Delta = 0,367.$
30,51	2126,917 -	

Die Correctur der letzteren Zahl Δ beträgt wegen der Dilatation der Mikrometerschraube + 0,518. Der Ausdehnungscoëfficient der hier verwendeten Stahlsorte beträgt nämlich 0,00001255, was in meiner Untersuchung über $Ti\,O_2$ nachgewiesen ist*). Wir haben somit für

$$\Delta t = 19°,41 \text{ C.} \qquad \Delta \text{ (Länge)} = 0,367 + 0,518 = 0,885 \text{ Mikron.}$$

Hieraus berechnet sich mittelst 0,885 : (19,41 × 2126,550) der lineare Ausdehnungscoëfficient der Hauptaxe a_c für die mittlere Beobachtungstemperatur $t_m = 20°,805$

$$^{\mu}l_c^{20,80} = 0,000021441. \qquad \text{(III.)}$$

Neue Versuche wurden unter ungünstigeren Umständen November 1885 mit einem anderen Präparate begonnen. Durch diese sollte (vergl. § 11) der Werth von $^{\mu}l_c^{17}$ festgestellt werden. Leider haben äussere Zufälligkeiten die Durchführung zahlreicher Beobachtungen unmöglich gemacht. Thatsächlich musste auf die Erzielung eines genauen und im § 11 verwendbaren Mittelwerthes l_c^{17} verzichtet werden. Diese letzteren Messungen können aber dazu dienen, den Maximal- und Minimalwerth von l_c festzustellen. Dies geschieht, indem alternativ die Maxima und Minima der Ablesungen beim Mittelnehmen ausgeschieden werden. Dadurch ergab sich

t^0	Länge parallel a_c:	
7°,46	1793,05 Mikron	
{ 28,59	1793,55 Maximum	1793,30 Minimum.
{ Stahldilatation	+ 0,475	

Die effective Differenz für $\Delta t = 21°,13$ beträgt daher 0,975 Mikron im Maximum, 0,725 im Minimum. Diesem geringen Unterschied von $\frac{1}{4}$ Mikron in der Längenbestimmung entspricht aber ein beträchtlicher Werthunterschied der abgeleiteten Ausdehnungscoëfficienten:

$$^{\mu}l_c^{18,02} = 0,0000257345 \text{ Max.,} \qquad ^{\mu}l_c^{18,02} = 0,0000191356 \text{ Min.} \qquad \text{(IV.)}$$

Da nur 40 Beobachtungen gemacht werden konnten, da ferner die gewünschte und nothwendige Stabilität der Temperatur während dieser Messungen wegen äusseren Umständen nicht vollkommen zu erzielen war, so lege ich selbst wenig Gewicht auf die Ziffern (IV). Die Einführung des Maximalwerthes von l_c^{18} in die späteren Rechnungen würde wohl die absoluten Werthe der Ausdehnungscoëfficienten l_i beträchtlich erhöhen, aber die Parametersysteme selbst wenig beeinflussen. Ich veröffentliche diese Zahlen (IV.) nur aus dem Grunde, um die durch mikroskopische Messungen

*) Schrauf, diese Zeitschr. 1884, 9, 443.

erzielbare Genauigkeit, sowie auch die beobachtete obere Grenze von l_c durch Ziffern deutlich zu markiren.

Die Zahl (III.) betrachte ich als die Basis für die nachfolgenden Rechnungen. Die Uebereinstimmung der hierdurch erhaltenen Resultate mit den mittleren Werthen von Fizeau und Kopp spricht für die Berechtigung dieser Annahme und für die Richtigkeit der aus zahlreichen und übereinstimmenden mikroskopischen Messungen abgeleiteteten Zahl ${}^{\mu}l_c^{20,8}$.

II. Goniometrische Messung der angularen Veränderungen. Ermittelung der drei Ausdehnungscoëfficienten für $t_m = 21{,}^\circ 25$ C.

§ 3. Liste der directen Beobachtungen. Wenn der mittlere Dilatationscoëfficient bekannt ist, so lässt sich durch Discussion der thermischen Winkeländerung auch die axiale Ausdehnung ableiten. Noch leichter gestaltet sich die Rechnung im vorliegenden Falle, weil bereits neben der mittleren Dilatation auch der axiale Werth l_c bekannt ist. Alle zu diesem Zwecke nöthigen Berechnungen stützen sich auf Winkelmessungen, welche möglichst zahlreich und genau an den besten der zu Gebote stehenden Krystalle durchgeführt wurden. Benutzt wurden einerseits »künstliche« — das heisst aus Schwefelkohlenstofflösung erhaltene — Krystalle, welche zu diesem Zwecke vor mehreren Jahren von Dr. Schuchardt in Görlitz bezogen wurden. Von diesen besass bloss ein einziger (Nr. 3) genügende Flächengüte, um im Calcül berücksichtigt zu werden. Die übrigen dienten nur als Probeobjecte und einzelne ihrer Winkel werden gelegentlich zum Vergleiche herangezogen. Zahlreiche Daten gab mir anderseits ein ausgezeichneter Krystall des Fundortes Truskawice in Galizien, welchen mir Baron Foullon überliess. Dieser Krystall gehört, wenn wir des genannten Autors Publication*) über dieses Vorkommen würdigen, zur ersten Generation; er ist lederbraun, halbdurchsichtig, diamantglänzend. Sicilianische Krystalle wurden ebenfalls gemessen, doch besass das verfügbare Material nicht jene Flächengüte, die eine Genauigkeit bis auf Secunden verbürgt hätte.

Die Beschränkung des Calcüls auf Beobachtungen an relativ wenigen Exemplaren und nur von zwei verschiedenen Abarten — galizische und künstliche — beeinträchtigt nicht den Werth des Endresultates. Sie ist auch gerechtfertigt, weil vor allem die Erkennung der Winkelveränderungen

*) Der Fundort Truskawice ist seit Langem bekannt. Pusch, Geognost. Beschr. von Pohlen 1836, **2**, 98, sowie v. Zepharovich Min. Lex. 1859, **1**, 391 erwähnen ihn. Unser Museum besitzt Stücke (Nr. 7131) ältesten Anbruches, an welchen Bleiglanz, Schwefel 1. und 2. Generation gut entwickelt ist. Aber die neuen Anbrüche, welche Baron Foullon (Verhandl. geol. Reichsanst. Wien 1885, 147, ref. am Schlusse dieses Heftes) beschrieb, zeichnen sich durch Ebenflächigkeit und Diamantglanz der Krystalle so sehr aus, dass sie zu den schönsten Schwefelvorkommnissen gezählt werden müssen.

angestrebt wird, während die Bestimmung der absoluten Parametersysteme für die einzelnen Vorkommnisse erst in zweiter Linie Berücksichtigung finden kann. Auch zeigten schon die ersten Beobachtungen, dass dieses thermische Winkelgefälle für künstliche und natürliche Krystalle ident sei. In §§ 13, 14 werden separat die Differenzen der absoluten Werthe für Schwefel verschiedener Provenienz besprochen werden.

Zur Orientirung über die hier gewählte Aufstellung dient nachfolgende Parallelisirung der approximativen Werthe von Parameter, Brechungsexponenten und Ausdehnungscoëfficienten:

	a	b	c	
a_i	0,42	0,52	1	
μ_i	1,93	2,02	2,22	(V.)
l_i	0,00007	0,00008	0,00002	

Die Krystallaxen, sowie alle übrigen axialen Werthe, wurden nur durch den Stellenzeiger (i = a, b, c) unterschieden. Deshalb ist auch die ganze Untersuchung auf die Richtung der optischen Elasticitätsaxen a > b > c basirt. Hierdurch sind vollkommen fixe, unveränderliche Richtungen gewonnen, denn die Grösse der Elasticitätsaxen ist von der Natur gegeben, während die relative Grösse der morphologischen Parameter, wegen der freien Wahl der Grundpyramide, von uns selbst bestimmt wird. Eine Bezugnahme auf das gewöhnliche Axenverhältniss $a : b : c$ ist immer mit dem Nachtheile verbunden, dass bei Aenderungen der Parameterwerthe, oder bei Umstellung der Indices weitläufige Discussionen nöthig sind, um zu ermitteln, auf welche Axenrichtung sich die einst bestimmte physikalische Constante bezieht. Als Beispiele für das Gesagte können die Dilatationsbeobachtungen von Pfaff gelten.

Die hier angewendete Vorsorge ist um so gerechtfertigter, weil auch für den prismatischen Schwefel bereits mehrere Parametersysteme publicirt sind:

0,52 : 0,42 : 1	Miller
0,81 : 1 : 1,9	Rammelsberg
1 : 0,52 : 0,42	Schrauf 1860.

Durch die Einführung der optischen Elasticitätsaxen als Indicatoren der Richtung werden aber die jetzt ermittelten Ausdehnungscoëfficienten unzweifelhaft orientirt sein.

In Uebereinstimmung mit dem obigen allgemeinen Schema (V.) sind auch die Indices der beobachteten Formen: s(113), p(111), n(011), während die Flächen a(100), b(010), c(001), m(110) nur im Calcül Verwerthung finden. Um die relative Lage der Flächen s, p, n angeben zu können, werden die einzelnen Quadranten des Raumes durch die Affixe 1, 2, 3, 4 markirt. Diese Zahlen werden den Flächen der oberen Krystallhälfte rechts oben ($p^1 \ldots s^4$), jenen der unteren Hälfte rechts unten ($p_1 \ldots s_4$) beigefügt. Die

räumliche Vertheilung der so signirten Flächen lässt sich an den nebenstehenden Figuren erkennen, welche die zwei wichtigsten gemessenen Krystalle möglichst naturgetreu darstellen: Fig. 2 das Exemplar von Truskawice, Fig. 3 den »künstlichen« Krystall Nr. 3.

Fig. 2.

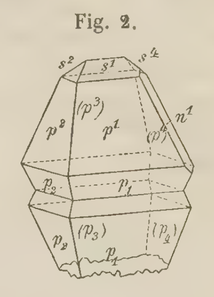
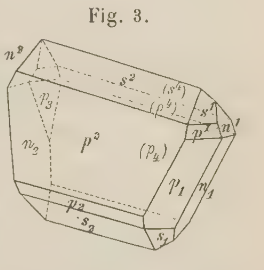


Fig. 3.



Obgleich an diesen Objecten keine neue Fläche auftritt, ist doch die genaue Detaillirung ihrer Gestalt nothwendig, weil nur dadurch die gemessenen localen Störungen der Flächen im Raume festgelegt werden können. Auch sollen diese wohl verwahrten Exemplare für eventuelle spätere Controluntersuchungen dienen, denn es ist immerhin denkbar, dass Differenzen, welche heute noch als nebensächlich gelten, in kommender Zeit grosse Wichtigkeit erlangen und erneute Prüfung heischen. Zu diesem Zwecke mag auch hier die Güte der einzelnen Flächen flüchtig skizzirt werden. An dem Krystall von Truskawice geben die Flächen s^1, s^2, s^3, s^4, p^2, n^1 vollkommen einfache, ausgezeichnet scharfe Signalreflexe. Nur die Flächen p^1, p^3, p^4 haben neben dem einfachen, lichtstarken Hauptreflex je ein sehr lichtschwaches, sich an ersteren eng anschliessendes, diffuses Nebenbild (vergl. § 13). Am künstlichen Krystall Nr. 3 sind die meisten Signalreflexe wohl einfach, aber sehr breit und mit verwaschenen Rändern und ohne distincten Hauptreflex. Nur die Fläche n^2 zeigt zwei getrennte Reflexe (vergl. § 14).

Die zum Zwecke der Dilatationsrechnung nöthigen Messungen habe ich in den Jahren 1884—1886 vorgenommen. Alle 1800 Ablesungen aufzuzählen ist wohl überflüssig, um so mehr, da über die Methode das Wichtigste in der früheren Untersuchung über Titandioxyd mitgetheilt ward. Jeder im Nachfolgenden angegebene Winkelwerth basirt auf mindestens 30 Einstellungen und sein wahrscheinlicher Fehler ist ca. $\frac{1}{2}$ Secunde. Für die wichtigeren Winkel wurden doppelte Serien mit je 50 Einzelablesungen durchgeführt. Die gewünschte Beobachtungstemperatur war 12° und 30° C. Die Mehrzahl der Messungen wurde auch thatsächlich bei diesen Wärmegraden ausgeführt; nur einzelne Flächencombinationen (Nr. 10, 11) konnten wegen zufälliger Verhinderung nicht bei den extremsten Temperaturen gemessen werden, doch wurde auch hier Sorge getragen, das angestrebte Mittel der Temperatur einzuhalten. Dass während einer Serie zusammengehörender Ablesungen nahe gleiche, fast absolut constante Wärme herrschte, ist selbstverständlich. Ich erwähne beispielsweise, dass für Nr. 12 die Temperatur des Beobachtungsraumes während der Zeit von $12\frac{1}{2}^h$—2^h nur innerhalb der Grenzen $t^0 = 28{,}^\circ 2 - 28{,}^\circ 9$ schwankte.

Alle Resultate der directen Beobachtung, sowie die hieraus abgeleiteten Werthe sind auf den folgenden Seiten tabellarisch zusammengestellt. Wegen des leichteren Citirens sind die einzelnen Flächencombinationen nicht blos durch Buchstaben, sondern überdies mit fortlaufenden Nummern markirt.

1. Tabelle. Directe Beobachtungen für $t_m = 21^\circ\!,252$ C.

Flächen	Nr.	t	W	t'	W'	$\frac{W-W'}{t'-t}$
Truskawice.						
p^1p^3	1	13°,07	143° 21′ 37″,4	30°,08	143° 19′ 12″,2	+ 8″,536
s^1s^3	2	13,07	90 23 1,6	30,08	90 19 30,2	+ 12,428
p^1s^1	3	13,07	26 29 23,1	30,08	26 30 4,3	— 2,422
p^2p^4	4	12,32	143 18 46,6	30,23	143 16 17,9	+ 8,302
s^2s^4	5	12,32	90 21 10,3	30,23	90 17 28,8	+ 12,367
s^2p^2	6	12,32	26 26 34,3	30,23	26 27 12,4	— 2,137
s^4p^4	7	12,32	26 31 2,0	30,23	26 31 36,7	— 1,937
s^1s^2	8	12,48	53 12 2,7	31,02	53 9 42,5	+ 7,562
s^3s^2	9	12,46	66 45 51,0	30,03	66 44 6,5	+ 5,948
p^3p^4	10	17,32	73 32 53,4	25,08	73 32 27,9	+ 3,286
p^1p^2	11	18,66	73 40 0,0	24,26	73 39 32,7	+ 4,875
Künstlicher Krystall.						
$n^2_{ab} : n_2$	12	13,03	55 24 47,1	28,36	55 27 30,8	— 10,678
$p^1 : p_2$	13	10,84	85 12 29,7	27,51	85 12 17,0	+ 0,762
$n^2_{ab} : p^2$	14	14,95	47 25 19,6	29,42	47 25 26,0	— 0,442
Mittel von t:		13°,444		29°,060		

Mittlere Beobachtungstemperatur: $\frac{t+t'}{2} = 21^\circ\!,252$ C.

Nur wenige Beobachtungen in dieser Liste bedürfen zu ihrem Verständnisse eines Commentares. Schon in der Abhandlung über TiO_2 ward hervorgehoben, dass bei Ermittelung von thermischen Winkelvariationen das Einstellen auf die wahre Mitte des Reflexes nicht unbedingt nöthig sei. Wichtiger ist, dass gut charakterisirte, unveränderliche Partien des Reflexes anvisirt werden. Im vorliegenden Falle waren aber die Signalreflexe so scharf, dass, bei Gebrauch meines Kreuzspaltes als Signal, fast ausnahmslos der Durchschnitt der Kreuzesarme als Einstellungsmarke verwendet werden konnte. Die in Liste 1 zusammengestellten Beobachtungen*) geben

*) Die angularen Aenderungen sind beim prismatischen Schwefel selbst innerhalb eines mässigen Temperaturintervalles sehr beträchtlich. Deshalb eignet sich auch dieses Mineral wie kaum ein anderes zur Demonstration, um bei mineralogischen Uebungen während beschränkter Zeit die Abhängigkeit der Winkelwerthe (p^1p^3, s^1s^3) von der Temperatur zu zeigen. Es genügt im Winter der Zeitraum von einer Stunde, um anfangs im kalten Zimmer die erste, dann, nach Uebertragung des Goniometers mit dem Krystall in ein benachbartes starkgeheiztes Local, die zweite Beobachtung vorzunehmen. Die auf solche Weise erreichbare Genauigkeit im thermischen Winkelgefälle wird etwa ½ Minute sein.

daher nicht bloss das Winkelgefälle $\frac{W - W'}{t' - t}$, sondern auch die absoluten Werthe der Flächenneigungen. In dieser Beziehung zeigen aber die Ziffern-colonnen 1—11, dass selbst an diesem ausgezeichneten Krystalle $p^1 p^3 - p^2 p^4$; $s^1 s^3 - s^2 s^4$.... nicht absolut gleiche Werthe besitzen. Im Mittel verschwindet wohl dieser Unterschied. Wir werden aber in § 13 Gelegenheit finden, auf diese Verhältnisse zurückzukommen.

Nur die in Liste 1 unter Nr. 12, 14 angeführten Zahlen sind nicht mit den gemessenen, absoluten Winkeln ident. Die Fläche n^2 reflectirt nämlich doppelte Signalbilder. Diese liegen in der Zone $n^2 n_2$ und hier in einer Distanz von 10′ 50″. In der Zone $n^2 p^2$ sind hingegen diese Reflexe in einander geschoben, zu einem Doppelkreuz vereinigt, dessen Maximaldistanz nur 3′ 10″ beträgt. Beide Signale wurden jedesmal anvisirt, dies in der Liste durch die Suffixe a, b bemerkt und das Mittel der directen Beobachtungen in die Liste übertragen. Es ist wohl hervorzuheben, dass das Winkelgefälle für die Stellen $n^2_a\, n^2_b$ vollkommen ident war. Die Beobachtung ergab nämlich:

	Kalt:	Warm:	ΔW
$n^2_a n_2$	55° 19′ 22,″6	55° 22′ 6,″3	163,″7
$n^2_b n_2$	55 30 11,6	55 32 55,3	163,7
Mittel (Nr. 12)	55 24 47,1	55 27 30,8	163,7

Diese Beobachtung wird in § 14 discutirt werden.

§ 4. Die Beobachtungen, reducirt auf die Rechnungstemperaturen 12° und 30° C. Die letzte Columne der Liste 1 enthält für die betreffende Flächencombination das Winkelgefälle ΔW, welches auf $\Delta t = 1°$ C. bezogen ist. Mittelst dieses bekannten Werthes ΔW ist es daher möglich, den Einfluss der ungleichen Beobachtungstemperatur zu eliminiren, und alle Messungen umzurechnen in Werthe, die für gleiche Rechnungstemperatur gelten. Weil die Angaben der Liste 1 sich der Mehrzahl nach auf $t = 13°$, $t' = 29°$ beziehen, so kann bei einer Reduction mittelst ΔW auf die Rechnungstemperaturen $t = 12°$, $t' = 30°$ sich kein irgendwie bemerkbarer Fehler in das Resultat einschleichen.

Aus jeder der so reducirten Einzelnbeobachtung Nr. 1—14 wurde überdies der hierzu gehörige Winkel aus der Serie ap, bp, cp... abgeleitet. Diese genannten Neigungen sind in der Liste 2 mit der Nummer der Originalbeobachtung und dem Suffixe r (Rechnung) notirt. Die Neigung der Pyramidenflächen zu den Pinakoiden ist meist aus den Originalwerthen durch Division mit 2, oder Subtraction von 90° erhalten. Eine complicirte Formel anzuwenden ist nur nöthig, wenn man aus den Neigungen ps die Werthe cp und cs berechnen will. Hierzu dient die von mir unlängst*)

*) Diese Zeitschr. **12**, 175.

mitgetheilte Zonenregel, welche sich für diesen speciellen Fall umstellt in

$$\text{tang}\, cp = \text{cotang}\, ps + \sqrt{\text{cotang}^2\, ps - 3}.$$

Nach diesen Principien ist die folgende Liste 2 zusammengestellt. Sie enthält die für 12° und 30° C. geltenden Winkel W^{12}, W^{30}, sowie das totale Winkelgefälle $\Delta W = W^{12} - W^{30}$ für das gesammte Temperaturintervall von 18° C.

2. Tabelle. Reducirte Beobachtungen für $t_m = 21{,}^\circ 252$.

Flächen	Nr.	W^{12}	W^{30}	$W^{12} - W^{30}$
Truskawice.				
pp	1	143° 21′ 46″,53	143° 19′ 12″,88	+ 153″,65
cp	1r	71 40 53,26	71 39 36,44	+ 76,82
ss	2	90 23 14,90	90 19 31,19	+ 223,71
cs	2r	45 11 37,45	45 9 45,59	+ 111,86
ps	3	26 29 20,51	26 30 4,11	— 43,60
cp	3r	71 40 42,01	71 39 37,36	+ 64,65
cs	3r	45 11 21,50	45 9 33,25	+ 108,25
pp	4	143 18 49,26	143 16 19,81	+ 149,45
cp	4r	71 39 24,63	71 38 9,91	+ 74,72
ss	5	90 21 14,26	90 17 31,65	+ 222,61
cs	5r	45 10 37,13	45 8 45,82	+ 111,31
ps	6	26 26 33,62	26 27 11,91	— 38,29
cp	6r	71 44 48,11	71 43 51,81	+ 56,30
cs	6r	45 18 14,49	45 16 39,90	+ 94,59
ps	7	26 31 1,38	26 31 36,25	— 34,87
cp	7r	71 38 12,31	71 37 20,41	+ 51,90
cs	7r	45 7 10,93	45 5 44,16	+ 86,77
ss	8	53 12 6,33	53 9 50,21	+ 136,12
bs	8r	63 23 56,83	63 25 4,89	— 68,06
ss	9	66 45 53,74	66 44 6,68	+ 107,06
as	9r	56 37 3,13	56 37 56,66	— 53,53
pp	10	73 33 10,88	73 32 11,73	+ 59,15
bp	10r	53 13 24,56	53 13 54,14	— 29,58
pp	11	73 40 32,47	73 39 4,72	+ 87,75
bp	11r	53 9 43,77	53 10 27,64	— 43,87
Künstlicher Krystall.				
nn	12	55 24 36,10	55 27 48,31	— 192,21
cn	12r	62 17 41,95	62 16 5,84	+ 96,11
pp	13	85 12 28,82	85 12 15,11	+ 13,71
ap	13r	42 36 14,41	42 36 7,55	+ 6,86
np	14	47 25 18,30	47 25 26,26	— 7,96
ap	14r	42 34 41,70	42 34 33,74	+ 7,96

Der erzielte Grad der Genauigkeit lässt sich am besten beurtheilen, wenn man das Winkelgefälle ΔW von mehreren, morphologisch identen,

Flächencombinationen vergleicht. Wurden die directen Beobachtungen bei gleichen Wärmegraden ausgeführt und bis Erhalt des obigen Resultates nur gleiche Rechnungsoperationen verwendet, dann ist auch das Winkelgefälle gleich. So ist beispielsweise

$$W^{12} - W^{30} = \begin{cases} 1r & 76''\!,8 \\ 4r & 74{,}7 \end{cases} \qquad \begin{cases} 2r & 111''\!,8 \\ 5r & 111{,}3. \end{cases}$$

Grössere Differenzen treten nur dann auf, wenn complicirtere Formeln zur Erzielung des Resultates (3 r, 6 r) angewendet werden mussten, oder wenn die Beobachtungstemperatur von der Rechnungstemperatur merkbar differirt (10 r, 11 r). Die Bedeutung dieser Differenzen wird aber abgeschwächt, weil im weiteren Calcül nur Mittelwerthe benutzt sind. Aus den Zahlen der Liste 2 wurden nämlich die Fundamentalwinkel ap, bp, cp, as, bs, cs, cn als Mittel aller diesbezüglichen Angaben abgeleitet und auf diese die fernere Berechnung basirt. Diese erwähnten Fundamentalwinkel sind in den folgenden Tabellen angeführt, deshalb ihre Angabe hier überflüssig.

§ 5. Approximative Bestimmung der Ausdehnungscoëfficienten. Die Daten der Tabelle 2 gestatten jene Veränderung der Parameter zu berechnen, welche die Erhöhung der Temperatur von 12° C. auf 30° C. hervorruft. Erstere entsprechen der mittleren Rechnungstemperatur 21°,0 C., gelten aber effectiv für die mittlere Beobachtungstemperatur t_m = 21°,252 C. Da der in § 2 ermittelte Werth

$$^{\mu}l_c^{20,8} = 0{,}000021441 \qquad \text{(III.)}$$

bereits einen axialen Dilatationscoëfficienten darstellt, auch die für ihn geltende Temperatur nahe zusammenfällt mit obigem t_m der goniometrischen Messungen, so ward diese Zahl $^{\mu}l_c^{20,8}$ ohne Correctur wegen der ungleichen Temperatur als ein Hauptdilatationscoëfficient angenommen und mit Vernachlässigung des Fehlers*) daher

$$l_c^{21,25} = 0{,}000021441 \qquad \text{(VI.)}$$

*) Man begeht hierbei bewusst einen Fehler, indem wegen $\Delta t = 0°{,}45$ der wahre Werth $l^{21,252} > l^{20,8}$ sein muss. Er beträgt thatsächlich

$$l^{21,252} = 0{,}00002166, \qquad \text{(VIa.)}$$

allein diese Angabe ist erst möglich nach Vollendung der Arbeit selbst, nachdem durch die Resultate des III. Kapitels das Gefälle des Dilatationscoëfficienten bekannt wurde (vergl. § 12 XXV). Ich habe es für überflüssig gehalten, mit diesem corrigirten Werth (VIa) nochmals in die Rechnung einzugehen und alle nachfolgenden Zahlen neu zu berechnen. Eine kurze Ueberlegung lehrt ja, dass die Winkelwerthe fast unverändert blieben, indem nicht das relative Verhältniss, sondern nur die absoluten Zahlen von l_i sich um ca. 1% verändern. Da es sich aber bei morphologischen Untersuchungen mehr um ersteres als letzteres handelt, da ferner die Genauigkeit des absoluten Werthes l_m bis auf 1% von keinem Autor angestrebt werden kann (vergl. § 12 die Angaben von Kopp, Russner, Spring), so ist der oben begangene Fehler von keiner wesentlichen Bedeutung für das Resultat.

gesetzt, alle weiteren Rechnungen hierauf basirt und l_a l_b gleichsam als Functionen dieser Zahl gefunden.

Die Ausdehnungscoëfficienten ergeben sich aus dem Vergleiche der Parameter. Letztere sind aber entweder auf $a_c^t = 1$ oder auf $a_c^t = [1 + l_c^t (t^0 - 12)]$ beziehbar. Ersteres Verhältniss der Coordinatenaxen nenne ich reducirt und bezeichne es mit kleinen Buchstaben, das zweite System ist das effective, volumetrische, und wird mit Initialen notirt. Nur für $t = 12^0$ fällt wegen der Anlage des Calcüls das effective und reducirte System zusammen und erhält den Buchstaben a_i^{12}. Schliesslich muss bemerkt werden, dass in diesem Paragraphen nur die erstgewonnenen approximativen Zahlen erscheinen. Deshalb wurde, um jeder Verwechslung mit den späteren definitiven Werthen vorzubeugen, der Präfix *a* (approximativ) benutzt.

Die erste Näherungsrechnung*) mit Differenzgleichungen ergab:

$$t = 12^0\ \text{C.} \qquad {}^a a_i^{12} = 0{,}4270\,3526 : 0{,}5246\,4020 : 1 \qquad \text{(VII.)}$$

$$t = 30^0\ \text{C.} \qquad {}^a x_i^{30} = 0{,}4273\,9674 : 0{,}5252\,4994 : 1. \qquad \text{(VIII.)}$$

Aus diesen Axensystemen berechnen sich die nachfolgenden — in der Tabelle mit Cursiv gedruckten — Zahlen, denen die beobachteten Mittelwerthe ap, bp, cp gegenüber gestellt sind.

3. Vergleichstabelle für ${}^a a_i^{12}$, ${}^a x_i^{30}$.

Flächen		W^{12}	W^{30}	$\Delta(W^{12} - W^{30})$	Δbeob.-Δrechn.
ap	beob.	42°35′28″,05	42°35′20″,64	+ 7″,41	+ 1″,04
	Rechn.	*42 35 18,68*	*42 35 12,31*	*+ 6,37*	
bp	beob.	53 11 34,16	53 12 10,89	— 36,73	— 7,39
	Rechn.	*53 10 58,42*	*53 11 42,54*	*— 44,12*	
cp	beob.	71 40 48,06	71 39 43,18	+ 64,88	+ 5,24
	Rechn.	*71 40 32,03*	*71 39 32,39*	*+ 59,64*	
Mittlerer Fehler im Winkelgefälle =					**+ 4,56**

Die Tabelle lehrt, dass die relative Genauigkeit der Zahlensysteme (VII.) (VIII.) gross ist. Denn es ist weniger Rücksicht zu nehmen auf die Uebereinstimmung der absoluten Werthe, als vielmehr auf die Gleichheit des gerechneten und beobachteten Winkelgefälles $\Delta(W^{12} - W^{30})$. Erst die Differenzen dieser letzten Zahlen, also Δbeob. — Δrechn. sind als Fehler des Calcüls oder der Beobachtung zu betrachten.

Das Coordinatensystem (VIII.) gibt in Combination mit l_c(VI.) das effective Parameterverhältniss für die Rechnungstemperatur 30° C.; und zwar in approximativem Betrage:

*) Die approximativen Zahlen sind nur deshalb angeführt, damit der Leser über die Genauigkeit des Endresultates l_i zu urtheilen vermag.

$$
\begin{aligned}
{}^{a}X_{\mathfrak{a}}^{30} &= 0{,}4275\,6169 \\
-_{\mathfrak{b}} &= 0{,}5254\,5271 \\
-_{\mathfrak{c}} &= 1{,}0003\,8594
\end{aligned}
\qquad \text{(IX.)}
$$

Hieraus folgen die approximativen Dilatationscoëfficienten für 1° C., und sie gelten im Intervalle $t = 12^0$ bis 30^0 für die mittlere Beobachtungstemperatur $t_m = 21{,}^\circ 252$:

$$
\begin{aligned}
{}^{a}l_{\mathfrak{a}}^{21,25} &= 0{,}0000\,6848\,6 \\
-_{\mathfrak{b}} &= 0{,}0000\,8603\,9 \\
-_{\mathfrak{c}} &= 0{,}0000\,2144\,1 \\
\hline
{}^{a}l_{m}^{21,25} &= 0{,}0000\,5865\,5
\end{aligned}
\qquad \text{(X.)}
$$

Diese zuerst erhaltenen approximativen Zahlen sind bereits in meiner Notiz*) über die Ausdehnungscoëfficienten des Schwefels veröffentlicht.

§ 6. Definitive Berechnung der Ausdehnungscoëfficienten für $t_m = 21{,}^\circ 252$. Um den Fehler $\pm$ 4,″5 der Liste 3 zu verkleinern, wurde durch Differenzengleichungen eine wesentliche Verbesserung von (VII.) (VIII.) zu erzielen gesucht. Es ergab sich als zulässige Correctur

$$\delta({}^{a}a_{\mathfrak{a}}^{12}) = -\,0{,}0000\,1109, \qquad \delta({}^{a}x_{\mathfrak{a}}^{30}) = +\,0{,}0000\,1112.$$

Dadurch erhält man die definitiven reducirten Parameter $a_i\ x_i$ im Betrage

für $t = 12^0$ C. $\quad a_i^{12} = 0{,}4270\,2417 : 0{,}5246\,4020 : 1,$ **(XI.)**

für $t = 30^0$ C. $\quad x_i^{30} = 0{,}4274\,0786 : 0{,}5252\,4994 : 1,$ **(XII.)**

welche zur folgenden Rechnung dienten.

4. Vergleichstabelle für die definitiven $l_i^{21,25}$.

Flächen		W^{12}	W^{30}	$\Delta(W^{12} - W^{30})$	Δbeob.-Δrechn.
cn	Beob.	62° 17′ 41,″95	62° 16′ 5,″84	+ 96,″11	— 2,″50
	Rechn.	*62 19 0,09*	*62 17 21,48*	*+ 98,61*	
ap	Beob.	42 35 28,05	42 35 20,64	+ 7,41	+ 6,14
	Rechn.	*42 35 16,00*	*42 35 14,73*	*+ 1,27*	
bp	Beob.	53 11 34,16	53 12 10,89	— 36,73	— 3,04
	Rechn.	*53 11 0,59*	*53 11 40,36*	*— 39,77*	
cp	Beob.	71 40 48,06	71 39 43,18	+ 64,88	+ 3,11
	Rechn.	*71 40 32,99*	*71 39 31,22*	*+ 61,77*	
as	Beob.	56 37 3,13	56 37 56,66	— 53,53	+ 0,06
	Rechn.	*56 37 14,67*	*56 38 8,14*	*— 53,47*	
bs	Beob.	63 23 56,83	63 25 4,89	— 68,06	+ 0,22
	Rechn.	*63 23 48,10*	*63 24 55,94*	*— 67,84*	
cs	Beob.	45 11 48,30	45 10 5,74	+ 102,56	— 0,88
	Rechn.	*45 11 6,41*	*45 9 22,97*	*+ 103,44*	
bm	*Rechn.*	*50 51 23,68*	*50 51 50,29*	*— 26,61*	
Mittlerer Fehler des Winkelgefälles =					± 2,26

Der Fehler $\Delta b - \Delta r$ erreicht nur mehr den halben Betrag jenes Werthes, der aus Liste 3 folgte. Hierdurch ist bewiesen, dass die Einführung

*) Schrauf, Wiedem. Ann. 1886, **27**, 316.

der Correcturen das frühere approximative System (VII.) (VIII.) thatsächlich verbessert hat. Auch die Uebereinstimmung der absoluten Winkelwerthe ist namentlich für den Krystall von Truskawice eine sehr befriedigende und bis auf 20″ genaue (vergl. § 13). Eine grössere Genauigkeit des Calcüls wäre nur erzielbar, wenn die Beobachtungen selbst sich über ein grösseres Temperaturintervall erstreckt hätten, denn die Fehler im beobachteten Gefälle werden weniger durch die goniometrischen Messungen als durch die Thermometerablesungen hervorgerufen, welch' letztere weit geringere Genauigkeit besitzen. Auch muss bemerkt werden, dass der Fehler von zwei Secunden bereits hinreicht, um die Coordinate a_b, beispielsweise für $\Delta t = 18^0$, in der fünften Decimalstelle, etwa um den Betrag $\pm$ 0,0000123, unsicher zu machen. Nimmt man auf diese Variationen wegen des vorhandenen mittleren Fehlers sinngemäss Rücksicht, dann erhält man den maximalen Fehler des totalen Endresultates (l_i) im ungefähren Betrage von $\pm$ 2 %. Dies besagt: die gerechneten Ausdehnungscoëfficienten sind in ihren »relativen« Zahlen keinesfalls über zwei Procente ihres Werthes fehlerhaft. Der mögliche Fehler von l_i im absoluten Maasse ward bereits früher (§ 5, Note, VI[a]) angegeben.

Die Zahlen (XI.) (XII.) (VI.) führen zu

$$\begin{aligned} a_a^{12} &= 0{,}4270\,2417 & X_a^{30} &= 0{,}4275\,7286 \\ -_b &= 0{,}5246\,4020 & -_b &= 0{,}5254\,5271 \\ -_c &= 1 & -_c &= 1{,}0003\,8594 \end{aligned} \qquad \text{(XIII.)}$$

Die »definitiven« Ausdehnungscoëfficienten für $t_m = 21{,}^{\circ}252$ sind daher:

$$\begin{aligned} l_a^{21^\circ\!,25} &= 0{,}0000\,7138\,4 \\ -_b &= 0{,}0000\,8603\,9 \\ -_c &= 0{,}0000\,2144\,1 \\ \hline l_m^{21^\circ\!,25} &= 0{,}0000\,5962\,1 \end{aligned} \qquad \textbf{(XIV.)}$$

Die letzte Zahl ist der mittlere Werth der axialen Ausdehnungscoëfficienten, sie stimmt mit der von anderen Autoren ermittelten Dilatation des prismatischen Schwefels überein. Fizeau giebt an für $t_m = 40^0$ den Werth 0,00006413 + 33,48 Δt. Hieraus erhält man

$$^{F}l_m^{21} = 0{,}0000\,5777.$$

Aus der Dilatationsgleichung von Kopp folgt:

$$^{K}l_m^{20} = 0{,}0000\,62485.$$

Die Uebereinstimmung dieser Zahlen ist befriedigend. Sie zeigt auch, dass die Einführung des Controlwerthes IV. nur das Resultat verschlechtert hätte. Denn letzterer würde im Maximum zu $l_m^{21} = 0{,}0000\,78$ führen, zu einer Zahl, welche ihr Analogon nur in den ausnehmend hohen Dilatationscoëfficienten besässe, welche Spring ermittelte.

III. Variation der Ausdehnungscoëfficienten bei geänderter Beobachtungstemperatur.

§ 7. Goniometrische Messung des Winkelgefälles für die mittlere Temperatur $t_m = 17{,}^{\circ}96$ C. Alle bisherigen Beobachter notiren übereinstimmend die Thatsache, dass der mittlere Ausdehnungscoëfficient des prismatischen Schwefels mit Zunahme der Beobachtungstemperatur sich beträchtlich erhöht. Nach Kopp ist der Maximalwerth ungefähr zwanzigmal grösser wie der Minimalwerth. Meine eigenen Beobachtungen sind wohl nicht hinreichend, um die Curve der axialen Dilatationsänderungen für relativ grosse Temperaturintervalle sicher zu stellen; doch lehren sie immerhin manches Neue. Denn es handelt sich bei Krystallen nicht bloss um die Variation der mittleren Ausdehnung, sondern um die Beantwortung der viel schwierigeren Frage: ob die drei Ausdehnungscoëfficienten sich gleichmässig ändern, oder jeder nach einem anderen Gesetze mit der Beobachtungstemperatur zunimmt.

Bei einiger Aufmerksamkeit erkennt man gar bald am Goniometer, dass schon geringfügige Aenderungen der Wärme das Winkelgefälle zu modificiren vermögen. Die Schwierigkeit der exacten Bestimmung liegt nicht in den goniometrischen Messungen, sondern in der Angabe der genauen Temperaturen, welche der Krystall während der Beobachtung besitzt. Denn offenbar haben die Fehler der thermometrischen Angaben desto grösseren Einfluss auf das Resultat, je kleiner überhaupt die Differenz der Anfangs- und Endtemperatur ist.

Im Nachfolgenden gebe ich als ein Beispiel für die Variation des Winkelgefälles die directen und reducirten Beobachtungen für den Winkel $p^3 p^4$ (vergl. Liste 1, Nr. 10; Liste 5, Nr. 24). Die Ablesungen ergaben:

	t	W	t'	W'	$\frac{W-W'}{t'-t}$
$p^3 p^4$	8°,54	73° 33′ 19″,2	17°,32	73° 32′ 53″,4	2″,938
	17,32	73 32 53,4	25,08	73 32 27,9	3,286

Leitet man hieraus mit dem jedesmaligen Werthe von $\varDelta W$ die Zahlen für die Rechnungstemperatur 12° und 30° C. ab, so erhält man nachstehende Werthe und Gefälle:

Nr.	t_m	W^{12}	W^{30}	$\varDelta(W^{12}-W^{30})$	$\varDelta_1-\varDelta_2$
	12°,93	73° 33′ 9″,03	73° 32′ 16″,14	52″,89	— 6″,26
10	21,20	73 33 10,88	73 32 11,73	59,15	

Das Winkelgefälle nimmt im Intervalle 20°—30° C. beträchtlich zu gegen seinen Werth innerhalb $t = 10°$ bis 20°. Deshalb ist die Curve der Variation dem aufsteigenden Aste einer kubischen Parabel ähnlich. Ferner erkennt man aus den reducirten Beobachtungen, dass $\varDelta(W^{12}-W^{30})$ um den dreifach grösseren Betrag des mittleren Fehlers von Liste 4 unrichtig

sein kann, wenn zur Reduction auf W^{30} Winkelvariationen benutzt werden, welche eigentlich nur für niedrige Beobachtungstemperaturen gelten.

Nachdem durch solche Versuche erkannt war, dass thatsächlich die Variation des Winkelgefälles eine rechnungsfähige Grösse ist, vereinigte ich alle diesbezüglichen, bei relativ niedrigen Temperaturen gemachte Messungen. Dieselben umfassen nur einige der in Liste 1 angegebenen Flächencombinationen (vergl. Nr. 4, 5, 10); alle übrigen Zahlen sind im vorhergehenden Abschnitte nicht berücksichtigt worden. Es stützt sich also die Ableitung der Coëfficienten l_i^{17} eigentlich auf neues Material. Allein da »alle« nachfolgenden Ablesungen an dem Krystall von Truskawice gemacht sind, und die Beobachtungsmethode die gleiche ist, so sind auch die Resultate vergleichbar.

5. Tabelle der directen Beobachtungen für $t_m = 17^\circ\!,96$.

Flächen	Nr.	t	W	t'	W'	$\frac{W-W'}{t'-t}$
p^2p^4	15	12°,32	143° 18′ 46″,6	17°,78	143° 18′ 15″,8	+ *5″,641*
s^2s^4	16	12,32	90 21 10,3	17,78	90 20 6,6	+ *11,666*
s^3s^4	17	13,28	53 11 9,9	21,68	53 10 12,9	+ *6,785*
s^1s^4	18	15,15	66 46 0,1	22,65	66 45 21,3	+ *5,173*
p^2s^3	19	13,37	85 5 50,0	24,68	85 5 12,5	+ *3,316*
p^2s^1	20	13,80	68 57 12,6	25,14	68 56 28,1	+ *3,924*
p^2n^1	21	13,80	112 34 38,5	25,14	112 33 38,1	+ *5,326*
s^1n^1	22	13,80	43 37 25,9	25,14	43 37 10,0	+ *1,402*
p^2p^3	23	14,33	94 51 45,7	23,14	94 51 53,6	— *0,897*
p^3p^4	24	8,54	73 33 19,2	25,08	73 32 27,9	+ *3,102*
Mittel:		13,074		22,846		

Mittlere Beobachtungstemperatur = $t_m = 17^\circ\!,96$ C.

§ 8. Reducirte Beobachtungen für die Rechnungstemperaturen 12°, 30° C. Bei der nothwendigen Reduction auf vergleichbare Rechnungstemperaturen wurde genau so verfahren, wie früher bei Liste 2 angegeben ist. Hier dient zur Umrechnung das aus Tabelle 5 bekannte Winkelgefälle. Dieses ist mit jenem der Liste 1 nicht ident, sondern durchwegs kleiner, daher auch die Zahlen W^{30} von Nr. 15, 16, 24 von den analogen Werthen Nr. 4, 5, 10 im negativen Sinne differiren. Bei dieser Reduction wurden gleichzeitig die Winkel der Pinakoide aus den directen Ablesungen berechnet.

(Hier folgt Tabelle 6.)

Ehe die Liste (6) der reducirten Beobachtungen weiteren Rechnungen zu Grunde gelegt wird, ist es nöthig hervorzuheben, dass die absolute Genauigkeit dieser Zahlen geringer sein muss, als jener in Liste 2. Wegen Zufälligkeiten, die zu eliminiren nicht in der Macht des Autors stand, konnte nicht immer bei $t = 12^0$ und $t' = 22^0$ (wie beabsichtigt war) abge-

6. Reducirte Beobachtungen für $t_m = 17{,}^\circ 96$ C.

Flächen	Nr.	W^{12}	W^{30}	$\Delta(W^{12}-W^{30})$
p^2p^4	15	143° 18′ 48″,41	143° 17′ 6″,87	+ 101″,54
cp	15r	71 39 24,20	71 38 33,43	+ 50,77
s^2s^4	16	90 21 14,03	90 17 44,04	+ 209,99
cs	16r	45 10 37,01	45 8 52,02	+ 104,99
s^3s^4	17	53 11 18,58	53 9 16,44	+ 122,14
bs	17r	63 24 20,71	63 25 21,78	— 61,07
s^1s^4	18	66 46 16,39	66 44 43,28	+ 93,11
as	18r	56 36 51,80	56 37 38,36	— 46,56
p^2s^3	19	85 5 54,54	85 4 54,86	+ 59,68
p^2s^1	20	68 57 19,66	68 56 9,03	+ 70,63
p^2n^1	21	112 34 48,09	112 33 12,22	+ 95,87
s^1n^1	22	43 37 28,42	43 37 3,19	+ 25,23
p^2p^3	23	94 51 43,61	94 51 59,75	— 16,14
ap	23r	42 34 8,20	42 34 0,13	+ 8,07
p^3p^4	24	73 33 8,47	73 32 12,64	+ 55,83
bp	24r	53 13 25,77	53 13 53,68	— 27,91

Mittlere Rechnungstemperatur 21° C.
Mittlere Beobachtungstemperatur $t_m = 17{,}^\circ 96$ C.

lesen werden. Die Beobachtungstemperaturen sind deshalb nicht bei allen Nummern der Liste 5 symmetrisch gegen das Mittel $t_m = 17{,}^\circ 96$. Von einem solchen Mangel ist die Liste 4 freier. Eine andere unvermeidliche Fehlerquelle liegt in dem geringeren Temperaturintervalle der beiden zu vergleichenden Ablesungen. Es muss hier der logisch nicht richtige Schluss a minori ad majus angewendet werden, und mittelst Differenzen, die eigentlich nur für ein kleines Δt gelten, das Gefälle der Winkel für die Rechnungstemperaturen 30°, 12° abgeleitet werden. Dadurch werden die Einflüsse der etwa vorhandenen Beobachtungsfehler sicherlich vergrössert.

Dieser Umstände muss man bei der Schätzung der zu erwartenden Genauigkeit des Resultates eingedenk sein. Doch lassen sich diese Fehlerquellen nicht vermeiden, weil die Ermittlung der Variation der Ausdehnungscoëfficienten nur dann möglich ist, wenn zwei Parametersysteme *) verglichen werden, welche für dieselbe Rechnungstemperatur gelten.

§ 9. Approximativer Werth der drei Ausdehnungscoëfficienten für $t_m = 17{,}^\circ 96$. Die eben angedeuteten Thatsachen nöthigten den Autor, das Parametersystem c_i für 30° C. mehrmals, mittelst Differenzengleichungen und Berücksichtigung der Gewichte der Beobachtungen, zu berechnen. Denn dieses Axenverhältniss c_i^{30} soll in Combination mit a_i^{12} (XI.) ein Winkelgefälle liefern, welches beiden Bedingungen genüge:

*) Für die Rechnungstemperatur 30° hat man zwei Coordinatensysteme: X_i^{30} für die mittlere Beobachtungstemperatur $t_m = 21{,}^\circ 25$, und C_i^{30} für $t_m = 17{,}^\circ 96$. Die reducirten Systeme (Verticalaxe = 1 gesetzt) sind x_i^{30}, c_i^{30}.

die Summe der Fehlerquadrate zum Minimum, und die Summe der positiven Differenzen gleich jener der negativen — zu machen. Beide Bedingungen gleichzeitig zu erfüllen war nicht möglich, wahrscheinlich wegen der abnormen Beobachtungstemperatur einzelner Messungen. Es bedurfte der Berücksichtigung des Gewichtes der einzelnen Messungen, um das bestmögliche Resultat zu erhalten.

Die erste approximative*) Rechnung lieferte folgende Uebereinstimmung des gerechneten und beobachteten Winkelgefälles:

7. Vergleichstabelle für die approximative Rechnung $t_m = 17^\circ\!,96$.

Flächen		W^{12}	W^{30}	$\Delta(W^{12}-W^{30})$	$\Delta b - \Delta r$.
ap	Beob.	42°34′ 8″,20	42°34′ 0″,13	+ 8″,07	+ 13″,44
	Rechn.	*42 35 16,00*	*42 35 21,37*	*— 5,37*	
bp	Beob.	53 13 25,77	53 13 53,68	— 27,91	— 0,75
	Rechn.	*53 11 0,59*	*53 11 29,25*	*— 28,66*	
cp	Beob.	71 39 24,20	71 38 33,43	+ 50,77	— 4,22
	Rechn.	*71 40 32,99*	*71 39 38,00*	*+ 54,99*	
as	Beob.	56 36 51,80	56 37 38,36	— 46,56	— 4,97
	Rechn.	*56 37 14,67*	*56 38 6,20*	*— 51,53*	
bs	Beob.	63 24 20,71	63 25 21,78	— 61,07	+ 5,19
	Rechn.	*63 23 48,10*	*63 24 43,98*	*— 55,88*	
cs	Beob.	45 10 37,01	45 8 52,02	+ 104,99	+ 12,90
	Rechn.	*45 11 6,41*	*45 9 34,32*	*+ 92,09*	
p^2s^3	Beob.	85 5 54,54	85 4 54,86	+ 59,68	+ 8,64
	Rechn.	*85 7 51,54*	*85 7 0,50*	*+ 51,04*	
p^2s^1	Beob.	68 57 19,66	68 56 9,03	+ 70,63	+ 2,23
	Rechn.	*69 0 14,64*	*68 59 6,24*	*+ 68,40*	
p^2n^1	Beob.	112 34 48,09	112 33 12,22	+ 95,87	— 3,10
	Rechn.	*112 37 6,98*	*112 35 28,01*	*+ 98,97*	
s^1n^1	Beob.	43 37 28,42	43 37 3,19	+ 25,23	— 5,34
	Rechn.	*43 36 52,34*	*43 36 21,77*	*+ 30,57*	

Mittlerer positiver und negativer Fehler + 8″,48 — 3″,62
Mittlerer Fehler des Winkelgefälles ± 6″,06

Die Fehlerquadrat-Summe beträgt 53,479, der mittlere Quadratfehler also 7″,32. Dem entspricht ein wahrscheinlicher Fehler in Beobachtung und Calcül von 4,93 Secunden.

Diese approximative Rechnung erfüllte die Bedingung: $\Sigma\Delta^2$ ein Minimum. Sie lieferte das approximative Coordinatensystem ${}^a c_i^{30}$, mit welchem die frühere Zahl (XI.) combinirt ist. Es galt also:

für $t = 12^0$ C. $\quad a_i^{12} = 0{,}4270\,2417 : 0{,}5246\,4020 : 1,$ (XI.)

für $t = 30^0$ C. $\quad {}^a c_i^{30} = 0{,}4273\,7814 : 0{,}5251\,6001 : 1.$ (XV.)

*) Ich finde es für nothwendig, in Kürze auch die Resultate der approximativen Rechnung mitzutheilen, um den Fachgenossen ein Urtheil zu ermöglichen über die Fehlergrenzen, innerhalb welcher sich das Endresultat bewegt.

Aus letzteren Zahlen folgt mittelst einer Discussion, ähnlich jener, welche im nächsten Paragraphen ausführlich notirt ist, das genäherte effective Parametersystem:

$$\begin{aligned} {}^{a}C_{\mathfrak{a}}^{30} &= 0{,}4275\,2504 \\ \text{—}_{\mathfrak{b}} &= 0{,}5253\,4050 \\ \text{—}_{\mathfrak{c}} &= 1{,}0003\,4363 \end{aligned} \qquad \text{(XVI.)}$$

ferner die approximativen Ausdehnungscoëfficienten ${}^{a}l_i^{17}$ für $t_m = 17{,}^\circ96$:

$$\begin{aligned} {}^{a}l_{\mathfrak{a}}^{17} &= 0{,}0000\,6516 \\ \text{—}_{\mathfrak{b}} &= 0{,}0000\,7415 \\ \text{—}_{\mathfrak{c}} &= 0{,}0000\,1909 \\ \hline {}^{a}l_m^{17,96} &= 0{,}0000\,5280 \end{aligned} \qquad \text{(XVII.)}$$

Schliesslich wäre auf Grund dieser Zahlen die Variation der Ausdehnungscoëfficienten darstellbar durch die Relation:

$$\begin{aligned} l_{\mathfrak{a}}^{t} &= {}^{a}l_{\mathfrak{a}}^{17,9}[1 + 0{,}02900\,(t - 17{,}^\circ96)] \\ \text{—}_{\mathfrak{b}} &= \text{—}_{\mathfrak{b}}\quad [1 + 0{,}04867\,(t - 17{,}^\circ96)] \\ \text{—}_{\mathfrak{c}} &= \text{—}_{\mathfrak{c}}\quad [1 + 0{,}03739\,(t - 17{,}^\circ96)] \end{aligned} \qquad \text{(XVIII.)}$$

Diese approximative Zahlenreihe XVIII. habe ich bereits veröffentlicht*), nur wurden geringfügige Abkürzungen gestattet, welche der Abrundung der Decimalstellen bei Angabe der Temperatur entsprechen.

§ 10. **Definitives Parametersystem c_i^{30} für die mittlere Beobachtungstemperatur $t_m = 17{,}^\circ96$.** Das Verhältniss der positiven und negativen Fehler spricht zu Ungunsten der Vergleichsliste 7. Erstere überwiegen nämlich beträchtlich gegen letztere. Diese Thatsache erforderte erneute Prüfung und Verbesserung der approximativen Werthe ${}^{a}c_i^{30}$. Als »definitives« Parametersystem ergab sich schliesslich und zwar mit der Giltigkeit für die Rechnungstemperatur 30° und die mittlere Beobachtungstemperatur $t_m = 17{,}^\circ96$:

$$\begin{aligned} c_{\mathfrak{a}}^{30} &= 0{,}4273\,8650 \\ \text{—}_{\mathfrak{b}} &= 0{,}5251\,8968 \\ \text{—}_{\mathfrak{c}} &= 1 \end{aligned} \qquad \textbf{(XIX.)}$$

Durch die Einführung dieser Zahlen (XIX.) ward wohl die Fehlerquadrat-Summe vermehrt, allein der Gang der ± Fehler wesentlich verbessert. Die Summe der Fehlerquadrate beträgt 55,752, der mittlere Quadratfehler 7,″47. Aus dem Vergleiche dieser Zahlen mit den analogen der Liste 7 erkennt man, dass der mittlere Quadratfehler durch die Einführung der Zahlen (XIX.) wohl um 0,15 Secunden zugenommen hat. Diese Verschlechterung des Resultates wird jedoch wettgemacht durch die Verbesserung in der Austheilung der ± Fehler. Der früher vorhandene Ueberschuss der + Fehler wurde auf die Hälfte herabgemindert.

*) Vergl. Schrauf, Wiedem. Ann. 1886, **27**, 318.

8. Vergleichstabelle für die definitive Rechnung $t_m = 17^\circ 96$.

Flächen		W^{12}	W^{30}	$\Delta(W^{12}-W^{30})$	$\Delta b - \Delta r$
ap	Beob.	42° 34′ 8″,20	42° 34′ 0″,13	+ 8″,07	+ 10″,90
	Rechn.	*42 35 16,00*	*42 35 18,83*	— *2,83*	
bp	Beob.	53 13 25,77	53 13 53,68	— 27,91	— 4,67
	Rechn.	*53 11 0,59*	*53 11 33,17*	— *32,58*	
cp	Beob.	71 39 24,20	71 38 33,43	+ 50,77	— 6,33
	Rechn.	*71 40 32,99*	*71 39 35,89*	+ *57,10*	
as	Beob.	56 36 51,80	56 37 38,36	— 46,56	— 5,31
	Rechn.	*56 37 14,67*	*56 38 6,54*	— *51,87*	
bs	Beob.	63 24 20,71	63 25 21,78	— 61,07	+ 1,15
	Rechn.	*63 23 48,10*	*63 24 48,02*	— *59,92*	
cs	Beob.	45 10 37,01	45 8 52,02	+ 104,99	+ 9,35
	Rechn.	*45 11 6,41*	*45 9 30,77*	+ *95,64*	
p^2s^3	Beob.	85 5 54,54	85 4 54,86	+ 59,68	+ 10,89
	Rechn.	*85 7 51,54*	*85 7 2,75*	+ *48,79*	
p^2s^1	Beob.	68 57 19,66	68 56 9,03	+ 70,63	+ 4,62
	Rechn.	*69 0 14,64*	*68 58 59,39*	+ *75,25*	
p^2n^1	Beob.	112 34 48,09	112 33 12,22	+ 95,87	— 9,88
	Rechn.	*112 37 6,98*	*112 35 21,23*	+ *105,75*	
s^1n^1	Beob.	43 37 28,42	43 37 3,19	+ 25,23	— 4,73
	Rechn.	*43 36 52,34*	*43 36 21,84*	+ *30,50*	
bm	*Rechn.*	*50 51 23,68*	*50 51 43,71*	— *20,03*	
cn	*Rechn.*	*62 19 0,09*	*62 17 31,24*	+ *88,85*	

Mittlerer positiver und negativer Fehler + 8″,07 — 5″,92

Mittlerer Fehler des Winkelgefälles ± 6″,81

Dass der mittlere Fehler für das Resultat nahe 7 Secunden beträgt, also den dreifachen Betrag von jenem erreicht, der für X_i^{30} (Liste 4) gilt, darf nicht überraschen. Man muss sich ja der Fehlerquellen erinnern, welche am Schlusse von § 8 erörtert wurden.

Alle in diesem Abschnitte bisher angeführten Messungen beziehen sich auf den Krystall von Truskawice. Deshalb ward noch in letzter Zeit, nach Beendigung des Calcüls, eine Controlbeobachtung an einem »künstlichen« Krystall vorgenommen. Es galt sich zu vergewissern, ob auch an dieser Varietät eine Verminderung des Winkelgefälles mit der Abnahme der Temperatur eintritt. Am künstlichen Krystall I ward die Combination s^1p_1 bei $t = 7^\circ 61$, $t' = 25^\circ 24$ gemessen und für dieselben Temperaturen die Berechnung dieser Winkel vorgenommen, zu welcher das in obiger Tabelle 8 angegebene Winkelgefälle benutzt ward. Es ist nämlich für $\Delta t = 1^\circ$ C. die berechnete Winkelvariation $\Delta cp = -3,172$ und $\Delta cs = -5,314$; daher $\Delta s^1p_1 = +8,486$. Hierdurch ergab sich folgende Parallelisirung:

Nr.		$W^{7,61}$	$W^{25,24}$	$\Delta(W^7-W^{25})$	$\Delta b-\Delta r$
s^1p_1 (25)	Beob.	63° 7′ 14″,5	63° 9′ 48″,4	153″,9	+ 4″,3
	Rech.	*63 7 43,35*	*63 10 12,95*	*149,6*	

Diese vollkommen übereinstimmende Controlbeobachtung lehrt, dass in Bezug auf Ausdehnung und Winkelgefälle kein Unterschied zwischen dem natürlichen und dem sogenannten »künstlichen« Schwefel der Laboratorien zu machen ist.

§ 11. Ableitung der Ausdehnungscoëfficienten $l_i^{17,96}$. Durch die Combination der Parameterverhältnisse $c_i\,x_i$ (XIX., XII.) ist es möglich, auf indirecte Weise die Ausdehnungscoëfficienten für $t_m = 17{,}96$ C. zu berechnen. Eine directe Methode, wie sie in § 6 für l_i^{21} angewendet ward, ist hier nicht möglich. Es fehlt die Kenntniss des absoluten Werthes der Ausdehnung nach einer Axe, oder der mittleren cubischen Dilatation bei genau demselben Wärmegrad 17°,96, welcher Werth überdies auf dieselbe Maasseinheit wie l_c^{21} bezogen sein müsste. Diese Bedingung zu erfüllen stand nicht in der Macht des Autors.

Die in § 1 und § 2 Schluss, geschilderten Versuche wurden eben zu dem Zwecke unternommen, für l^{17} einen vom Winkelgefälle unabhängigen Werth zu erhalten. Die hydrostatischen Wägungen lieferten wohl mit der Zahl I einen ziemlich passenden Werth. Derselbe wurde auch thatsächlich den allerersten Versuchsrechnungen zu Grunde gelegt. Allein von einer Benutzung dieser Angabe bei genaueren Rechnungen musste trotzdem abgestanden werden, weil sich sonst $l_i^{21}\,l_i^{17}$ auf zwei verschiedene Etalons des volumetrischen Maasses (Mikroskop und Wage) bezogen hätten.

Die erneuten mikroskopischen Messungen ergaben wegen äusseren Zufälligkeiten nur ein problematisches Resultat (IV.). Die geringe Genauigkeit dieser Ziffern gestattet nicht, auf dieselben den Calcül zu begründen, obgleich das Minimum

$$l_c^{18,02} = 0{,}0000\,1913 \qquad \text{(IV.)}$$

mit den Zahlen (XXIV.) wirklich gute Uebereinstimmung zeigt.

Mit grosser, wenn auch nicht absoluter Genauigkeit führt die nachfolgende Betrachtung zum Ziele. Die Art des Calcüls hat überdies den Vortheil, auch l_i^{17} als Functionen des beobachteten l_c^{21} (III.) darzustellen.

Man berechnet zu dem Zwecke mit der bekannten krystallographischen Hauptformel:

$$(h^{-1}a\cos PX)_i^t : \quad :$$

aus den Winkellisten (4), (8) drei Parametersysteme. Man erhält für jedes drei von der Einheit verschiedene Zahlen. Sie seien mit ${}^ca_i^{12}$, ${}^cx_i^{30}$, ${}^cc_i^{30}$ bezeichnet, wobei der Präfix c die Benutzung der Cosinusformel andeutet. x und c haben gleiche Rechnungs-, ungleiche Beobachtungstemperatur. Aus diesen drei Cosinusverhältnissen erhält man folgende Variationsgleichungen, in welchen ${}^ca_c^{12} = 3{,}1807\,334$ ist:

$$
\begin{aligned}
{}^{c}x^{30}_{\mathfrak{a}} &= {}^{c}a^{12}_{\mathfrak{a}}\,(1 - 0{,}0000\,0566\,91)\\
-_{\mathfrak{b}} &= -_{\mathfrak{b}}\,(1 + 0{,}0002\,5779\,92)\\
-_{\mathfrak{c}} &= -_{\mathfrak{c}}\,(1 - 0{,}0009\,0337\,65)
\end{aligned}
\qquad \text{(XX.)}
$$

und

$$
\begin{aligned}
{}^{c}c^{30}_{\mathfrak{a}} &= {}^{c}a^{12}_{\mathfrak{a}}\,(1 + 0{,}0000\,1266\,33)\\
-_{\mathfrak{b}} &= -_{\mathfrak{b}}\,(1 + 0{,}0002\,1111\,73)\\
-_{\mathfrak{c}} &= -_{\mathfrak{c}}\,(1 - 0{,}0008\,3527\,91)
\end{aligned}
\qquad \text{(XXI.)}
$$

Hierzu kommt noch die aus (XIII.) folgende Differenz $X_i - a_i$:

$$
\begin{aligned}
X^{30}_{\mathfrak{a}} &= a^{12}_{\mathfrak{a}} + 0{,}0005\,4869\\
-_{\mathfrak{b}} &= -_{\mathfrak{b}} + 0{,}0008\,1251\\
-_{\mathfrak{c}} &= -_{\mathfrak{c}} + 0{,}0003\,8594
\end{aligned}
\qquad \text{(XXII.)}
$$

Es fehlt nur mehr die zu (XXII.) analoge Relation $C_i = a_i + \varDelta C_i$. Diese letztere lässt sich aber annähernd aus (XX. XXI. XXII.) ermitteln, wenn man die Proportionalität der gleichbedeutenden Werthe annimmt. Folge dessen ist:

$$
\varDelta C^{30}_{\mathfrak{c}} = \frac{38\,594\,00}{90\,337\,65} \times 0{,}0008\,3527\,91 = 0{,}0003\,5684\,75.
$$

Mit Benutzung dieser Zahl erhält man aus XIX. das effective Parametersystem C^{30}_i in folgendem Betrage:

$$
\begin{aligned}
C^{30}_{\mathfrak{a}} &= a^{12}_{\mathfrak{a}} + 0{,}0005\,1485 = 0{,}4275\,3902\\
-_{\mathfrak{b}} &= -_{\mathfrak{b}} + 0{,}0007\,3689 = 0{,}5253\,7709\\
-_{\mathfrak{c}} &= -_{\mathfrak{c}} + 0{,}0003\,5685 = 1{,}0003\,5685.
\end{aligned}
\qquad \textbf{(XXIII.)}
$$

Die Combination von (XXIII.) mit a^{12}_i (XI.) giebt die gesuchten »definitiven« Ausdehnungscoëfficienten für die mittlere Beobachtungstemperatur $t_m = 17{,}^{\circ}96$ C.

$$
\begin{aligned}
l^{17,96}_{\mathfrak{a}} &= 0{,}0000\,6698\,165\\
-_{\mathfrak{b}} &= 0{,}0000\,7803\,127\\
-_{\mathfrak{c}} &= 0{,}0000\,1982\,486\\
\hline
l^{17,96}_{m} &= 0{,}0000\,5494\,593.
\end{aligned}
\qquad \textbf{(XXIV.)}
$$

Dieser mittlere Werth des Ausdehnungscoëfficienten liegt innerhalb der Grenzen, welche die Angaben früherer Autoren gezogen haben:

nach Russner ist $l^{20}_m = 0{,}0000\,533$
nach Kopp $l^{20}_m = 0{,}0000\,6248$
während ${}^{w}l^{16,75}_m = 0{,}0000\,46118$

früher (I.) bestimmt ward.

Die Zahlen (XXIV.) beruhen auf einem zweimal verbesserten Parametersystem, sie sind daher weit genauer, als die durch analogen Calcül früher (XVII.) erhaltenen approximativen Werthe. In beiden Zahlenreihen ist aber $l^{17}_{\mathfrak{a}}$ die unsicherste Zahl, indem (vgl. XX. XXI.) die Variation gerade in Richtung der Elasticitätsaxe $\mathfrak{a}$ keinen regelmässigen Gang zeigt.

§ 12. Variation der axialen Ausdehnungscoëfficienten l_i von Schwefel. Aus dem Vergleiche der Zahlen (XIV.) (XXIV.) folgt das Gesetz für die Veränderung der Dilatation bei dem Wechsel der mittleren Beobachtungstemperatur. Aber die Zunahme von l_i ist nur für das geringfügige Temperaturintervall 21°,252—17°,960, also nur für $\varDelta t = 3°,292$ C. sichergestellt. Deshalb werden die unvermeidlichen Fehler der Beobachtung auf den Calcül bei der Bildung der Differenzen und bei Berechnung der Curve für höhere Temperaturen von grossem Einflusse sein, und sie werden dem gewonnenen Resultate blos den Werth einer Annäherungsrechnung lassen. Weil aber das im Folgenden erhaltene Gefälle von l_m^t mit dem durch Kopp und Spring beobachteten Verlaufe dieser mittleren Function übereinstimmt, so können die vorhandenen Fehler nur Grössen zweiter Ordnung sein.

Aus den bekannten Daten leitet man successive folgende Systeme von Variationsgleichungen ab:

$$\begin{aligned} l_a^{21,252} &= l_a^{17,96} + 0,0000\,0440\,235 = l_a^{17,96} + 0,0000\,0133\,7288\,\varDelta t \\ -_b &= -_b + 0,0000\,0800\,773 = -_b + 0,0000\,0243\,2482\,\varDelta t \\ -_c &= -_c + 0,0000\,0161\,614 = -_c + 0,0000\,0049\,0930\,\varDelta t. \end{aligned} \qquad \text{(XXV.)}$$

Aus dieser Gleichung lässt sich vor Allem der Fehler ermitteln, der ursprünglich in § 5 begangen ward, indem ${}^{\mu}l_c^{20,8}$ mit $l_c^{21,25}$ identificirt ward. Dieser Fehler beträgt nahezu 1% und daher wäre die genauere Zahl:

$$l_c^{21,25} = 0,0000\,2166. \qquad \text{(VIa.)}$$

Durch die Einführung dieser Zahl wären alle absoluten Werthe der Ausdehnungscoëfficienten um circa 1% grösser geworden. Die Gründe, warum diese neue Berechnung aller bisherigen Resultate unterlassen wurde, sind in der Note des § 5 angeführt.

Mittelst (XXV.) erhält man ferner für die Temperatur $t_m = 30^0$ folgende »gerechnete« Ausdehnungscoëfficienten:

$$\begin{aligned} l_a^{30} &= 0,0000\,8308\,259 \\ -_b &= 0,0001\,0731\,834 \\ -_c &= 0,0000\,2573\,566 \\ l_m^{30} &= 0,0000\,7204\,553 \end{aligned} \qquad \textbf{(XXVI.)}$$

Man kann aber die Variationen von l_i auch in anderer Art darstellen:

$$\begin{aligned} l_a^t &= l_a^{17,96}\,[1 + 0,0199\,6498\,6\,(t^0 - 17°,96)] \\ -_b &= -_b\,[1 + 0,0311\,7323\,0\,(t^0 - 17°96)] \\ -_c &= -_c\,[1 + 0,0247\,6333\,2\,(t^0 - 17°,96)]. \end{aligned} \qquad \text{(XXVII.)}$$

Vergleicht man dieses System (XXVII.) mit dem analogen (XVIII.), welches letztere aber nur approximativen Werth hat, so erkennt man den beträchtlichen Einfluss, den die nur Secunden betragende Verbesserung von l_i^{30} auf das Dilatationsgefälle nimmt. Gerade um diesen Einfluss drastisch

hervortreten zu lassen, wurde auch die ausführliche Begründung von ${}^{a}c_{i}^{30}$ in § 9 publicirt.

Schliesslich kann das Dilatationsgefälle in Reihen nach $\varDelta t$ entwickelt werden, wobei nun $\varDelta t = t - 17{,}96$ bedeuten mag. Innerhalb »mässiger« Temperaturintervalle wird nach Abkürzung der überflüssigen Decimalen gelten:

$$\begin{aligned} l_{a}^{t} &= l_{a}^{17,96}\,(1 + 0{,}025\,\varDelta t - 0{,}0010\,\varDelta t^2) \\ -_{b} &= -_{b}\,(1 + 0{,}025\,\varDelta t + 0{,}0010\,\varDelta t^2) \\ -_{c} &= -_{c}\,(1 + 0{,}025\,\varDelta t - 0{,}0001\,\varDelta t^2). \end{aligned} \qquad \textbf{(XXVIII.)}$$

Diese Gleichung besagt: »dass in erster Annäherung (bei Vernachlässigung von $\varDelta t^2$) die Ausdehnungscoëfficienten bei höheren Temperaturen Multipla derjenigen Werthe sind, welche sie bei niederer Temperatur besitzen«.*)

Am Schlusse der Discussion muss nochmals hervorgehoben werden, dass die Gleichungen (XXV.—XXVIII.) nur für das Intervall $t = 10^0$ bis $t' = 32^0$ C. das Ausdehnungsgefälle genau darzustellen vermögen, weil blos für diese Temperaturgrenzen thatsächlich die entsprechenden Messungen vorliegen. Für höhere oder niedere Wärmegrade werden diese Formeln höchstens zu asymptotischen Werthen der wahren Function führen. Wie gross die Differenz sein kann, mag aus der Vergleichung des mittleren Werthes l_{m}^{t} mit den Zahlen anderer Autoren entnommen werden. Aus (XXV.) folgt

$$l_{m}^{t} = l_{m}^{17,96} + 0{,}0000\,0142\,023\,\varDelta t. \qquad \text{(XXIX.)}$$

Hier erscheint das Gefälle der Dilatation dreimal grösser als der von Fizeau**) angegebene Factor von $\varDelta t$. Nach dem genannten Autor ist nämlich

$$^{F}l_{m}^{t} = 0{,}0000\,6413 + 0{,}0000\,0033\,48\,(t^0 - 40^0).$$

Allein diese Gleichung gilt für $t_m = 40^0$ C., während bei den vorliegenden Untersuchungen $t_m = 21^0$ zum Ausgangspunkte der Zählung genommen ward. Deshalb ist der Unterschied im Werthe des Factors von $\varDelta t$ nur ein Anzeichen für den nicht linearen Verlauf des Dilatations-

*) Eine Transformation der Gleichung (XXVIII.) führt zu

$$\begin{aligned} l_{a}^{t} &= l_{a}^{17} + 0{,}025\,(l_{a}^{17}\,\varDelta t) - 20\,(l_{a}^{17}\,\varDelta t)^2 \\ -_{b} &= -_{b} + 0{,}025\,(-_{b}\quad) + 20\,(-_{b}\quad)^2 \\ -_{c} &= -_{c} + 0{,}025\,(-_{c}\quad) - 20\,(-_{c}\quad)^2. \end{aligned} \qquad \text{(XXVIIIa.)}$$

Dieses System entspricht wohl nicht ziffergemäss der ursprünglichen Relation (XXVII.), würde aber immerhin genügen, um für geringe Temperaturvariationen das Winkelgefälle richtig zu berechnen. Die Form dieses Systems ist aber sehr bemerkenswerth, indem sie erkennen lässt, dass nur beim Maximum der Ausdehnung l_b das dritte Glied additiv auftritt, während die relativen Minima in den Hauptschnitten l_a, l_c durch das Glied in der zweiten Potenz vermindert werden.

) Fizeau Compt. rend. 1869, **68, 1128.

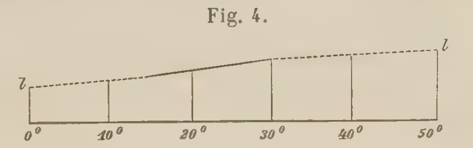
gefälles. Die classischen Untersuchungen von Kopp bieten hierfür den überzeugendsten Beweis. Leicht leitet man aus seinen Zahlen ab:

$$\text{für}\quad t_m = 19^0 \qquad {}^k l_m^{31,5} = {}^k l_m^{6,5} + 0{,}0000\,0116\,\Delta t$$
$$\text{für}\quad t_m = 47{,}^{\!0}7 \qquad {}^k l_m^{64} = {}^k l_m^{31} + 0{,}0000\,0037\,\Delta t.$$

Das von Kopp ermittelte Dilatationsgefälle ist sonach ebenfalls mit t_m variabel, und seine Factoren von Δt stimmen fast absolut überein mit den von mir und den von Fizeau angegebenen Zahlen, wenn man Rücksicht auf die Beobachtungstemperatur nimmt.

Diese grosse Uebereinstimmung in dem, nach verschiedenen Methoden eruirten Ausdehnungsgefälle war bei der Schwierigkeit der Untersuchung kaum zu erwarten. Sie stellt aber den Verlauf der Curve für diese Function zwischen 10⁰—50⁰ sicher. Die Fig. 4 versinnlicht die Grössenzunahme von l_m.

Fig. 4.



Zwischen 0⁰—10⁰ besitzt nach meinen goniometrischen Erfahrungen der Ausdehnungscoëfficient nur ein geringes Gefälle. Ich stütze mich bei dieser Angabe auf von mir mehrmals gemachte Beobachtungen. Die zur Messung bereits eingestellten Signalreflexe behielten während der successiven Erwärmung des Arbeitszimmers lange Zeit fast unverändert ihren Ort im Fernrohr, so lange nur $t < 12^0$ C. blieb. Mit der Erhöhung der Wärme über 12⁰ wurde die Ortsveränderung der Signale bemerkbar, sie ist bei Steigerung von t über 20⁰ sogar eine sehr rasche und $+\Delta t$ fast momentan folgende. Diese Thatsachen stehen im vollen Einklange mit dem in Fig. 4 dargestellten Gefälle. Doch lässt sich diese deutlich sichtbare Wanderung der Signalreflexe nicht zu Messungen verwerthen, weil letztere längere Zeit in Anspruch nehmen, sowie Constanz der Temperatur und Ortsstabilität des Signalreflexes voraussetzen.

Wenn schliesslich die Frage zur Beantwortung kommt, wie genau l_m durch das hier gefundene Dilatationsgefälle auch für höhere Temperaturen dargestellt wird, so kann man zum Vergleiche die von Kopp bestimmte Zahl

$${}^K l_m^{87,5} = 0{,}0002\,0667$$

wählen. Aus (XXIX.) rechnet man für diesen Wärmegrad

$$l_m^{87,5} = 0{,}0001\,536. \qquad \text{(XXX.)}$$

Auch hier ist der Unterschied bei den Zahlen ein sehr mässiger, denn man darf nicht vergessen, dass nach Kopp*) die Ausdehnung des Schwefels von $t = 70^0$ an rapid zunimmt, weshalb auch dieser Autor zwei Gleichungen für das Dilatationsgefälle aufstellen musste.

*) Kopp, Ann. Chem. Pharm. 1855, **93**, 178.

Uebrigens darf wohl am Schlusse dieser Untersuchung hervorgehoben werden, dass der Schwerpunkt der vorliegenden Arbeit in der möglichst genauen Bestimmung der »relativen« Werthe von l_i zu suchen ist, dass hingegen die Ermittelung der »absoluten« Werthe nur annähernd erfolgen konnte. Denn schon aus den Zahlen (IV.) in § 2 ist ersichtlich, dass ein Fehler der mikroskopischen Messung im Betrage von $\frac{1}{4}$ Mikron den Werth des Ausdehnungscoëfficienten um fast 25⁰/₀ verändert. Auch Kopp bemerkt gelegentlich, dass die Ermittelung der »absoluten« Zahlen von l für kleine Temperaturintervalle durch zahlreiche Fehlerquellen zu einer difficilen Aufgabe geworden ist. Dies macht wohl verständlich, warum wir für unser Mineral zwischen den Angaben der einzelnen Autoren Fizeau, Kopp, Spring, Russner nicht volle Uebereinstimmung finden. Die nachfolgende Tabelle enthält die wichtigsten Daten in Form von $10^7 l_m$. Die Fizeau'sche Zahl ist in die Columne Kopp eingesetzt, aber durch Klammer und F bemerkbar gemacht. Die erste Columne enthält unsere eigenen Resultate.

Tabelle 9. Ausdehnungscoëfficienten des prismatischen Schwefels.

Autor.	t^0 C.	Kopp (Fizeau).	Spring.	Russner.
	6	456		
	10		707	490
(XIV.) $l_m^{21,5} = 596$	20		778	533
(XXVI.) $l_m^{30} = 720$	30		812	566
	32	743		
	40	(641 F.)	966	593
	50		1180	610
	60		1293	620
	64	863		
	70		1435	
	80		1706	
(XXX.) l_m^{87} 1536	87	2066		
	90		1991	
	103	10323		

Die Unterschiede in diesen Angaben sind grösstentheils durch die Verschiedenheit der Beobachtungsmethoden hervorgerufen. Aber auch das bearbeitete Material kann vielleicht die Zahlenwerthe von l beeinflussen. Spring fand nämlich für sicilianischen Schwefel weit geringere Dilatation als für den »künstlichen«, dessen ${}^{Sp}l_m$ in obige Liste eingestellt ist. Die vorliegenden Untersuchungen bestätigen aber diese Spring'sche Angabe nicht. Hier ergiebt sich das Resultat: das Winkelgefälle der künstlichen und natürlichen Schwefelkrystalle trimetrischer Form ist ident. —

IV. Ueber die absoluten Winkelwerthe, mit Rücksicht auf die Discordanzen an künstlichen Schwefelkrystallen.

§ 13. Genauigkeit des Parametersystems a_i^{12}. Vergleichung der Winkel des Truskawice-Krystalls mit den Angaben früherer Autoren. Der absolute Werth der Winkel ist für die Berechnung der Ausdehnungscoëfficienten erst in zweiter Linie wichtig. Die Fehler desselben können hundertfach grösser wie jene des Winkelgefälles sein, (2′ gegen 1″), ohne dass hierdurch der Werth von l_i wesentlich beeinflusst würde. Da aber an dem früher beschriebenen (Fig. 2) Exemplare von Truskawice wegen der ausnehmenden Schärfe der Signalreflexe die Lage fast aller Flächen genau bestimmt ward, so ist auch jetzt die Frage zu beantworten möglich, innerhalb welcher Fehlergrenzen das zur Dilatationsrechnung benutzte Parametersystem a_i^{12} dem absoluten Werthe der gesammten Messungen entspricht.

10. Liste. Winkel des Krystalls von Truskawice.

Flächen.	Nr.	t^0	W^t beob.	W^{12} berechnet.	Δ (B. — Rechn.)
$s^1 s^3$	2	13°,0	90° 23′ 1″,6	*90° 22′ 12″,8*	+ 0′ 48″,8
$s^2 s^4$	5	12,3	90 21 10,3	*90 22 12,8*	— 1 2,5
$s^1 s^2$	8	12,5	53 12 2,7	*53 12 23,8*	— 0 21,1
$s^3 s^4$	17	13,3	53 11 9,9	*53 12 23,8*	— 1 13,9
$s^1 s^4$	18	15,1	66 46 0,1	*66 45 30,6*	+ 0 30,5
$s^2 s^3$	9	12,4	66 45 51,0	*66 45 30,6*	+ 0 20,4
$s^1 p^1$	3	13,0	26 29 23,1	*26 29 26,6*	— 0 3,5
$s^2 p^2$	6	12,3	26 26 34,3	*26 29 26,6*	— 2 52,3
$s^4 p^4$	7	12,3	26 31 2,0	*26 29 26,6*	+ 1 35,4
$p^1 p^3$	1	13,0	143 21 37,4	*143 21 6,0*	+ 0 31,4
$p^2 p^4$	4	12,3	143 18 46,6	*143 21 6,0*	— 2 19,4
$p^1 p^2$	11	18,6	73 40 0,0	*73 37 58,8*	+ 2 1,2
$p^3 p^4$	24	8,5	73 33 19,2	*73 37 58,8*	— 4 39,6
$p^2 p^3$	23	14,3	94 51 45,7	*94 49 28,0*	+ 2 17,7
$p^1 p^4$	(26)	23,4	94 47 58,4	*94 49 28,0*	— 1 29,6
$n^1 p^1$	(27)	23,4	47 22 3,0	*47 24 44,0*	— 2 41,0
$n^1 p^4$	(28)	23,4	47 25 55,4	*47 24 44,0*	+ 1 11,4
$p^2 s^1$	20	13,8	68 57 12,6	*69 0 14,6*	— 3 2,0
$p^2 s^3$	19	13,3	85 5 50,0	*85 7 51,5*	— 2 1,5
$n^1 s^1$	22	13,8	43 37 25,9	*43 36 52,3*	+ 0 33,6
$n^1 p^2$	21	13,8	112 34 38,5	*112 37 6,9*	— 2 28,4

Mittlerer Fehler des Totalresultates = ± 1′ 37″,4

Mittlerer Fehler nur für die Combination s^1, s^2, s^3, s^4 = ± 0 42,9

In den früheren § wurde wohl Rechnung mit Beobachtung ebenfalls verglichen, allein hierzu immer erst die Messungen auf die constante Temperatur 12° C. reducirt. Ueberdies sind diese Parallelisirungen in den Listen 4 und 8 zerstreut. Durch die Tabelle 10 wird aber die Frage ent-

schieden. Auch ohne Kenntniss von l_i und ohne Reduction auf gleiche Temperatur würden die, bei niedrigen Wärmegraden gemachten, directen Ablesungen ebenfalls zu dem Parametersystem a_i^{12} führen.

Die in der Tabelle beigesetzten Nr. correspondiren mit den früheren Angaben. Die in Klammer gesetzten Nr. deuten Beobachtungen an, die in der Dilatationsrechnung nicht berücksichtigt wurden und hier zum ersten Male angeführt sind.

Fig. 2 (wiederholt).

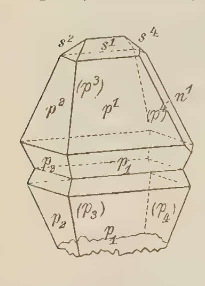
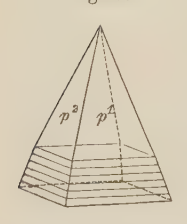


Fig. 5.



Die Grösse des mittleren Fehlers steht in Einklang mit der Flächengüte. Alle Flächen s reflectiren (vrgl. § 3 Fig. 2) ein scharfes, vollkommen einfaches Signalbild. Die Flächen p^1, p^2, p^4, geben hingegen ausser dem Hauptreflex noch ein verschwommenes Nebenbild, welches in einer Breite von 8 Minuten sich an ersteren eng anschliesst und von »steileren« Flächensegmenten hervorgerufen ist. Eine aufmerksame Betrachtung der Grundpyramide zeigt auch, dass dieselbe nur in ihrem oberen, (001) näher gelegenen Ende wahrhaft ebenflächig ist, während sie gegen die Mittelkanten (vrgl. Fig. 5) in merklich steilere und gekrümmte Flächen übergeht (vrgl. § 14). Die Flächen p zeigen ausserdem Störungen in ihrer Lage, scheinbar monosymmetrischer Art, indem der Winkel $p^2 s^2 < p^4 s^4$ ist. Berücksichtigt man in solcher Art den morphologischen Bau des Objectes, dann wird auch der relativ grössere Fehler verständlich, der dem Endresultate, gegenüber der Combination s^1, s^2, s^3, s^4 zukommt.

Das eben geprüfte Axenverhältniss der Varietät von Truskawice soll aber auch die Bedingung erfüllen, alle übrigen bisher bekannten Messungen an Schwefelkrystallen mit genügender Genauigkeit zu umfassen. Differenzen wären nur innerhalb jener Grenzen zulässig, welche die thermische Winkelvariation für die gewöhnlichen Messungstemperaturen angiebt. Grössere Differenzen müssten durch Deformitäten im Baue des Einzelindividuums oder durch Winkelunterschiede der gesammten Varietät hervorgerufen sein. Sind erstere Bedingungen erfüllt, dann entspricht a_i^{12} thatsächlich dem absoluten Werthe der Parameter des prismatischen Schwefels.

Einen Vergleich der Angaben früherer Autoren habe ich schon 1860, später 1869 haben ihn v. Zepharovich und Brezina gegeben. Namentlich der letztgenannte Autor hat dieses Thema ausführlich behandelt, daher ich wegen Detailfragen auf dessen Arbeit verweise. Hier genügt nämlich bereits die Aufzählung einzelner Winkel, um darzuthun: dass durch unser Parametersystem a_i^{12}, x_i^{30} die Grenzen markirt werden, innerhalb welcher die meisten Angaben schwanken. In den folgenden Zeilen werden den be-

rechneten Werthen W^{12} W^{30} (Liste 4) die Zahlen gegenübergestellt, welche theils als beobachtet, theils als berechnet angegeben werden — für »künstliche« Krystalle (mit *K* signirt) von: Mitscherlich[1]), v. Lang[2]), Schrauf (*K*)[3]), — für Krystalle von Swoszowice von: Schrauf (*S*)[3]), v. Zepharovich[4]), — für Krystalle von Campania von: Scacchi, — für Krystalle von der Okerhütte von: Brezina[5]).

		beobachtet:	berechnet:
cp		$W^{12} = 71°40'32''$	$W^{30} = 71°39'31''$
	Brezina	—	71 39 58
	Scacchi	71 41	71 41 20
	Schrauf (*S*)	71 39	—
	v. Zepharovich	71 39 40	71 39 45
	Mitscherlich (*K*)	71 38 30	—
cs		$W^{12} = 45\ 11\ 6$	$W^{30} = 45\ 9\ 22$
	Brezina	—	45 10 8
	Scacchi	45 11	45 12 40
	Schrauf (*S*)	45 10 50	—
	v. Zepharovich	45 10	45 9 46
	v. Lang (*K*)	45 12	—
ap		$W^{12} = 42\ 35\ 16$	$W^{30} = 42\ 35\ 14$
	Brezina	42 33 20	—
	Schrauf (*S*)	—	42 34 30
	v. Lang (*K*)	42 37	—
	Schrauf (*K*)	42 37	—
cn		$W^{12} = 62\ 19\ 0$	$W^{30} = 62\ 17\ 21$
	Brezina	—	62 14 53
	Scacchi	62 18	62 19 10
	v. Zepharovich	62 16 48	62 17 12

Die Ziffernsprache dieser Liste lehrt, dass die morphologischen Verhältnisse der Schwefelkrystalle von den Fundorten: Campania, Swoszowice, Truskawice ident sind. Nur die sublimirten Krystalle von der Okerhütte zeigen eine geringe Differenz. Eigenthümlicherweise hat Scacchi die Rechnungsdaten so gewählt, dass sie mit a_i^{12} correspondiren, hingegen sind v. Zepharovich's Daten mit den Zahlen x_i^{30} fast absolut gleich.

1) Mitscherlich, Abhandl. Akad. Berlin 1825, **9**, 45.
2) v. Lang, Sitzb. Akad. Wien, 1858, **31**, 87.
3) Schrauf, Sitzb. Akad. Wien, 1860, **41**, 795, 799.
4) v. Zepharovich, Jahrb. geol. Reichsanstalt Wien, 1869, **19**, 230.
5) Brezina, Sitzb. Akad. Wien, 1869, **60** I., 539.

§ 14. Die Gestalt der »künstlichen« Krystalle vom prismatischen Schwefel. Die Thatsache, dass die Winkel der natürlichen Individuen von jenen der aus Schwefelkohlenstofflösung erhaltenen etwas differiren, scheint erst seit meinen Messungen (1860) berücksichtigt zu sein. Ich habe damals trotz der Discordanz der Ablesungen nicht für jede Varietät ein separates Parametersystem berechnet, sondern bildete aus beiden einen Mittelwerth. Dagegen wendete sich v. Zepharovich (l. c. 1869) und hob in seiner Notiz hervor: dass gerade meine Messungen »nicht unerhebliche Differenzen« — »einen nicht zu vernachlässigenden Unterschied, der nicht gestattet, sie zu vereinen« zeigen. Die vorliegende Untersuchung lässt wohl erkennen, dass ich mich nicht zu »dieser« Ansicht bekehrt habe, denn auch hier im Abschnitt (II.) ward für beide gemessenen Varietäten nur »ein« Parametersystem berechnet, sowie mehrfach betont, dass die thermischen Winkelvariationen der künstlichen und natürlichen Exemplare gleichwerthig sind. Hinzuzufügen wäre, dass auch die »absoluten« Werthe der genannten Abarten nur unwesentlich differiren. Dies beweist die nachfolgende Tabelle, in welcher die jetzige Messung und Rechnung sammt den hierfür geltenden Temperaturen gegenübergestellt sind. Bisher noch nicht citirte Angaben haben ihre Nummer in Klammer.

11. Beobachtungen an künstlichen Krystallen [vergl. Seite 329].

Kryst.-Nr.	Flächen	Nr.	Beobachtet		Berechnet	
			t	W^t	t_r	W_r^t
I	p^1p_1	(29)	22°,5	36° 42′ 56″	*21°*	*56° 39′ 58″*
I	s^1p_1	(30)	7,6	63 7 14	*7*	*63 7 40*
I	p^1p^4	(31)	23,5	94 50 40	*21*	*94 49 30*
III	p^1p_2	13	10,8	85 12 29	*12*	*85 10 52*
III	p^1n^1	(13_1)	10,8	47 23 57	*12*	*47 24 44*
III	p_2n^1	(13_2)	10,8	180°—47 23 33	*12*	*47 24 44*
III	p^2n^2	14	14,9	47 25 19	*12*	*47 24 44*
III	$n_2n_a^2$	12_1	13,0	55 19 22	*27*	*55 24 47*
III	$n_2n_b^2$	12_2	13,0	55 30 11	*27*	*55 24 47*

Man wird auf Grund dieser Liste 11 niemals behaupten können, dass die »künstlichen« Exemplare des Schwefels ein Parametersystem besitzen, welches in erster Ordnung von dem der natürlichen Krystalle differirt. Wird der wahrscheinlichste mittlere Werth obiger Zahlen zum Ausgangspunkt genommen, nämlich:

$$cn = 62^0 17',5, \qquad ap = 42^0 35',5,$$

so erhält man für »künstlichen« prismatischen Schwefel das Axenverhältniss

$$^k a_i = 0{,}427\,438 : 0{,}525\,197 : 1, \qquad \text{(XXXI.)}$$

welches sich von a_i^{12} nur um einige Einheiten in der vierten Decimalstelle unterscheidet. In keiner Weise kann man zu den Zahlen Mitscherlich's gelangen:

$$^{M}a_i = 0,4271 : 0,5272 : 1,$$

von welchem sich auch die Beobachtungen v. Lang's wesentlich unterscheiden. Thatsächlich hat Mitscherlich 143°17′—84°58′ angegeben, aber letztere abnorm niedrige Zahl findet durch keine neuere Beobachtung eine Stütze. Die Divergenz ist so gross, dass selbst die Möglichkeit eines Versehens, oder die zufällige Berücksichtigung verzerrter Formen zugestanden werden muss. Es sind eben an den Krystallen des »künstlichen« Schwefels die Asymmetrien in der Lage einzelner Flächen weit häufiger, als man vermuthen sollte. In dem obigen Vergleiche wurden nur Combinationen benutzt, bei denen die symmetrische Lage der Flächen durch die Messung beweisbar ist. Um den Gegensatz zu den später erwähnten localen Störungen besser hervorzuheben, sei nochmals der Zahlen (13), (13$_1$), (13$_2$) gedacht; und ihnen die Rechnungsdaten gegenüber gestellt.

		$W^{10.8}$	$W^{27.5}$	$W^{10} - W^{27}$
13	$p^1p_2 =$	2(42°36′ 14,″8)	2(42°36′ 8,″5)	+ 6,″3
(13$_1$)	$p^1n^1 =$	90° — 42 36 2,9	90° — 42 36 4,1	— 1,2
(13$_2$)	$p_2n^1 =$	90 + 42 36 26,8	90 + 42 36 12,9	+ 13,9
	ap	W^{12} = *42 35 16,0*	W^{30} = *42 35 14,75*	+ *1,27.*

Die absolute und relative Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung ist genügend, und die Fläche n liegt ihrem Symbol (011) entsprechend auch thatsächlich in der Mitte der Zone p^4, p^1, p_2.

Allein nach meinen Erfahrungen sind solche regelmässige Zonen seltener als monosymmetrisch gestörte Combinationen. Als Beispiel für letztere mag die Serie der Ablesungen am künstlichen Krystall II. gelten:

		beobachtet:	berechnet:
(32)	p^4p^1	94°43′15″	94°49,′5
(32$_1$)	p^1n^1	47 30 50	47 24,7
(32$_2$)	n^1p^4	47 12 15	47 24,7

Würde man die Ziffern (32$_1$) dem Calcül zu Grunde legen, ohne die monosymmetrische Austheilung der Flächen in der Zone selbst zu berücksichtigen, dann erhielte man ein Resultat, was wohl mit Mitscherlich's Angaben, aber nicht mit der Wahrheit stimmt. Störungen ähnlicher Art weisen auch jene Messungen auf, welche bereits in meiner Publication vom Jahre 1860 zu finden sind. Daselbst liest man

(beob. 1860) $p^1p^4 = 94°57′5″$
$p^1n^1 = 47\ 23 \quad = \frac{1}{2}\,94°46′$ (Rechn. 1886) 94°49,′5

Wollte man nur aus der ersten Zahl p^1p^4 das Parametersystem ableiten, ohne gleichzeitig die zweite zu berücksichtigen, würde man jedenfalls ein einseitiges Resultat erhalten. Leider sind gerade in dieser Weise meine ursprünglichen (1860) Angaben interpretirt worden.

Die Flächen n scheinen auch an den durch Brezina gemessenen

Krystallen von der Okerhütte nicht gut entwickelt gewesen zu sein, wenn man nach der Differenz der Grenzwerthe $cn = 61^0 46' 20'' - 62^0 21' 10''$ urtheilen darf. Eigenthümlicher Weise stimmt die Rechnungsgrösse bei Brezina $cn = 62^0 14' 53''$ absolut genau mit jenem Werth überein, welchen der Theilreflex n_b^2 mir ergab. Die früheren Zahlen (12¹), 12²) geben nämlich

$$(12^1) \qquad cn_a^2 = 62^0\, 20'\, 19'' \quad | \quad (12^2) \qquad cn_b^2 = 62^0\, 14'\, 54''.$$

Dass n^2 an dem künstlichen Krystall III einen Doppelreflex giebt, ward schon § 3 Seite 333 bemerkt.

Die Erklärung der unregelmässigen Flächenlage, welche bisher an einzelnen Schwefelkrystallen, namentlich aber an jenen der Laboratorien, beobachtet wurde, kann auf verschiedene Weise zu geben versucht werden.

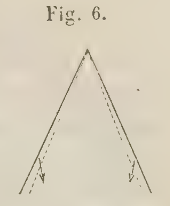
Die Messungen der Formen p und n führen bei »allen« Schwefelvarietäten zu der Wahrnehmung einer gewissen Asymmetrie in deren Lage. Diese Verzerrung beträgt bei besseren Probeobjecten bis 2 Minuten, steigt aber (vergl. Nr. 32) gelegentlich bis auf 10 Minuten. Schon oben ward das Wort »monosymmetrisch« gebraucht; wirklich bezeichnet auch dieser Ausdruck am besten die Art der Flächenverschiebung bei den Formen p und n. Im Gegensatze zu diesen sind die Flächen s weit regelmässiger orientirt, und besitzen wahre Trimetrie. Deshalb muss der Grund der Störungen von p, n nicht in der atomistischen inneren Gruppirung, sondern in den äusseren Einflüssen während des Bildungsactes gesucht werden. Zu diesen zähle ich auch den zonalen Aufbau des Schwefels, welcher namentlich bei der raschen Bildung der Laboratoriumskrystalle Veranlassung zu hypoparelleler Krystalleinigung geben mag.

Den wichtigsten Einfluss auf die Form des Schwefels wird aber nach meinem Dafürhalten die Schwerkraft und die Situation ausüben, in welcher die Krystalle sich bilden. Das Zutreffende dieser Erklärung erkennt man bald. Die natürlichen Krystalle werden nur dann zu Messungen benutzt, wenn eine Krystallhälfte gut entwickelt ist. Es muss also das Individuum mit dem unteren Ende aufgesessen haben, mit dem oberen hingegen frei in die Höhe gewachsen sein. Die »künstlichen« Krystalle bilden sich im Gegensatze hierzu liegend und eine Pyramidenfläche p ist fast ausnahmslos mit dem Boden der Abdampfschale in Contact. Während des Bildungsactes ist deshalb die Wachsthumsaxe a_c der »künstlichen« Individuen stark geneigt (71⁰), fast in horizontaler Lage, während sie bei den schönen, untersuchungswürdigen Krystallen natürlichen Vorkommens sicherlich in verticaler Richtung orientirt war.

Zähflüssige Tropfen in zwei ähnliche Positionen gebracht, würden jedenfalls durch die Schwerkraft verschiedene Deformationen erleiden. Sie würden in letztbeschriebener Orientirung herabsinken, in ersterer hingegen sich abplatten und auf der ebenen Unterlage auseinanderzufliessen bestrebt sein. Gleiche Wirkung mag wohl die Schwerkraft auf die in ver-

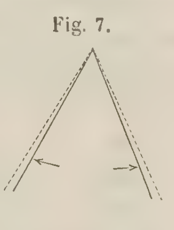
schiedenen Situationen sich agglomerirenden Schwefelmoleküle ausüben. Bei den »natürlichen« Krystallen, die nach aufwärts wachsen, sollte daher die äusserste Schicht der Grundpyramide dem in der Fig. 6 durch Pfeile angedeuteten Zuge Folge leisten. Die Form wird schlanker, die Verticalaxe relativ grösser. Die Grundpyramide p wird in der Nähe der Mittelkanten steiler, und weil dieser Uebergang successive erfolgt, auch gekrümmt (vergl. Fig. 5 § 13).

Fig. 6.



Künstliche Krystalle, die am Boden des Gefässes liegen, erleiden den Druck der Schwerkraft nicht parallel, sondern beinahe senkrecht zur Wachsthumsaxe. Hier kann man, wenn die meisselähnliche Form des Krystalltropfens ins Auge gefasst wird, von einer Verbreiterung der Contour im Sinne der Fig. 7 sprechen. Der Effect wäre eine Vergrösserung des Körperwinkels $p^1 p^3$ und eine Verkürzung der Verticalaxe a_c.

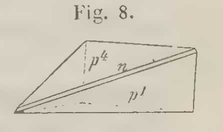
Fig. 7.



Die angedeuteten und möglichen Deformationen der theoretischen Gestalt entsprechen aber vollkommen den Thatsachen, welche durch die Messung erwiesen sind. Der einzige Unterschied, der sich zwischen den Formen der zwei oftmals genannten Schwefelvarietäten feststellen lässt, besteht in der ungleichen Grösse der Verticalaxe; an den künstlichen Krystallen (XXXI.) ist dieselbe kürzer, die Pyramide stumpfer — bei den natürlichen Krystallen hingegen die Verticalaxe länger, die Pyramide steiler, als die theoretische Mittelzahl erfordert.

Die Fig. 7 lässt auch die Ursache errathen, welche die Monosymmetrie der Zone $p^1 n\, p^4$ bedingt. Die vier Pyramidenflächen p sind nicht gleich orientirt gegen den Boden des Gefässes. Zwei sind zu diesem fast parallel, die anderen zwei hingegen nahe senkrecht (85^0, 95^0) zu ihm. Die Fläche n stumpft daher immer zwei Flächen ab, die in geänderter Art und Weise durch den Zug der Schwere beeinflusst sind. Fig. 8 mag diese Idee versinnlichen. Nach abwärts sinkt p^4, und schiebt deshalb $p^1 p^3$ hinaus; daher wird $p^1 n > p^4 n$ (vergl. Nr. 32_1, 32_2 Seite 355) sein und n monosymmetrische Stellung in der Zone $p^1 n^1 p^4$ einnehmen. Da p^2 auf den Boden aufliegt, ist auch der Winkel $p^1 p^2$ selten zu messen.

Fig. 8.



Ein weiteres Studium dieser Wachsthumserscheinungen, intensiver als es das Thema der vorliegenden Untersuchung erlaubt, wird nöthig sein, um diese Erklärung nach allen Seiten hin mit Zahlen zu beweisen. Im Allgemeinen wird man aber erkennen, dass ein richtiges »absolutes« Parametersystem des primatischen Schwefel den Mittelwerth der extremsten Fälle bilden muss. Dieser Idee habe ich schon 1860 und neuerdings jetzt Ausdruck gegeben. —

V. Materialien zur Lehre der Ausdehnungscoëfficienten.

§ 15. Die bekannten Relationen zwischen Atomgewicht, Dichte, mittlerem Ausdehnungscoefficienten, geprüft an den Grundstoffen Schwefel, Selen, Tellur. Die Arbeiten von Vogel*), Fritz**), Wiebe***), Pictet†), Spring††) haben die Abhängigkeit der Dilatation von den übrigen physikalisch-chemischen Constanten der Elemente zu beweisen gesucht. Die Rücksichtnahme auf die besonderen Aufgaben der vorliegenden Abhandlung war Veranlassung, dass die chemisch-verwandte Gruppe: Schwefel, Selen, Tellur, zur erneuten Prüfung dieser eben erwähnten Relationen benutzt ward. Um die erhaltenen Vergleichswerthe in möglichst compresser Form mittheilen zu können, seien hier vorerst die nöthigen Daten der Beobachtung zusammengestellt. P Aequivalent, D Dichte, τ absoluter Schmelzpunkt, σ absoluter Siedepunkt, ^{Sp}l die Ausdehnungscoefficienten nach Spring††), ^{F}l dieselben nach Fizeau†††).

	P	D	τ	σ	^{Sp}l	^{F}l
S	32	2,06	388	722	11803	6413
Se	78,8	4,30	490	975?	6603	3680
Te	125	6,4	728?	1421??	3687	1675

Von der Anwendung jener Formel, die Fritz ableitete, muss abgesehen werden, weil sie auch Elasticitätscoefficient und Bruchmodul umfasst, Grössen, welche nur für die technisch wichtigsten Metalle mit einiger Genauigkeit bestimmt sind, deren Kenntniss aber für unsere Substanzen fehlt. Die übrigen Formeln der Eingangs erwähnten Autoren lassen sich in zwei Gruppen theilen; nur bei denen der ersten Serie ist auch die Temperatur der Aggregatumwandlung, also τ oder σ, berücksichtigt.

Zur ersten Gruppe rechnen wir die Formel von Pictet

$$l\tau \sqrt[3]{\frac{P}{D}} = \text{const.},$$

welche das folgende Resultat in Beziehung auf die multiplen Factoren m giebt:

$$S = 0{,}114\,265 \qquad Se = 0{,}085\,301 \qquad Te = 0{,}072\,285 \qquad (^{Sp}l)$$

$$\begin{cases} S = 0{,}062\,085 \qquad Se = 0{,}047\,541 \qquad Te = 0{,}032\,839 \qquad (^{F}l) \\ m \qquad 4 \qquad\qquad 3 \qquad\qquad 2 \end{cases}$$

---

*) Vogel, Poggendorff's Ann. 1860, **111**, 229, 238.

) Fritz, Züricher Vierteljahrschr. 1871, **16. Deutsch. chem. Gesellsch. 1884, **17**, 2160. Naturwissensch. Rundschau, Braunschweig 1886, 209.

***) Wiebe, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1878, **11**, 610; 1879, **12**, 1762.

†) Pictet, Compt. rend. 1879, **88**, 857 (*Se*) — **88**, 1317 (*Se*, *Te*).

††) Spring, Wiedem. Beiblätter 1881, **5**, 855.

†††) Fizeau, Comp. rend. 1869, **68**, 1128.

fernerhin die Formel von Wiebe

$$3\,l\sigma\,PD^{-1} = \text{const.},$$

deren Resultat er selbst angiebt zu:

$$\begin{cases} S = 2{,}17683 & Se = 1{,}82520 & Te = 1{,}46221 \\ m = \quad 6 & \quad 5 & \quad 4 \end{cases} \quad (Fl)$$

In den nachfolgenden Relationen ist weder auf die Temperatur, bei welcher die Aenderung des Aggregatzustandes eintritt, noch auf die specifische Wärme Rücksicht genommen. Ueber den directen Einfluss von τ oder σ auf l äusserte sich bereits Frankenheim*) ablehnend. Seine Worte sind: »Gefrier- und Siedepunkt üben auf den Gang der Ausdehnung keinen Einfluss aus.« Die Vernachlässigung der specifischen Wärme wäre andererseits dadurch zu rechtfertigen, dass die Ausdehnung unter Umständen beobachtet wird, wo keine gemessene äussere Wärmezufuhr stattfindet. Wo also der Verbrauch für die innere Arbeit der Erwärmung des Körpers die vorhandene Temperatur nur in einer thermometrisch »nicht« messbaren Quantität vermindert.

Die Relationen von solcher einfachen Factur constatiren nur ein Abhängigkeitsverhältniss zwischen l, P, D.

Vogel, welcher der Erste war, der dem Gegenstande seine Aufmerkmerksamkeit widmete, gelangt zu der, bei Silber, Eisen, Cadmium stimmenden Formel:

$$l^{-1}\left(\sqrt[3]{\frac{P}{D}}\right)^4 = \text{const.}$$

Sie giebt:

$$\begin{cases} S = 604500 & Se = 1313000 & Te = 3140000 \\ m = \quad 1 & \quad 2 & \quad 5 \end{cases} \quad (Fl)$$

$$\begin{cases} S = 328000 & Se = 732000 & Te = 1427000 \\ m = \quad 2 & \quad 5 & \quad 9 \end{cases} \quad (Spl)$$

Dieses Resultat wäre nicht ungünstig zu nennen, weil die Zahlen l Fizeau, l Spring zu nahe gleichem Verhältniss der unbestimmten Factoren m führen; während in den nachfolgenden Vergleichungen die Ausdehnungscoefficienten nach Spring's Angaben so zu ungünstigen Verhältnissen führen, dass ich deren Anführung für überflüssig erachtete. Die Fizeauschen Zahlen hingegen liefern für die nachstehenden einfachen Relationen gute Werthe von m.

So liefert die Formel von Wiebe:

$$l\,PD^{-1} = 10^{-7}\,\text{const.} \tag{XXXII.}$$

$$\begin{cases} S = 9962 & Se = 6744 & Te = 3271 \\ m = 3 & \quad 2 & \quad 1 \end{cases}$$

---

*) Frankenheim, Pogg. Ann. 1847, **72**, 430.

Aber selbst wenn D vernachlässigt wird, ist in unserer Gruppe noch immer eine gewisse Regelmässigkeit zu erkennen. Spring wendet nämlich die einfachste Formel an:

$$lP = 10^{-7} \text{ const.},$$

welche mit l Fizeau folgendes*) günstiges Zahlenverhältniss giebt:

$$\begin{cases} S = 20522 & Se = 28998 & Te = 20937 \\ m = \quad 3 & \quad 4 & \quad 3 \end{cases}$$

Die Mehrzahl aller erwähnten Relationen giebt, wie aus diesem Ziffernmaterial erhellt, für unsere Triade ein multiples Verhältniss der sogenannten Constanten. Sie beweisen also jedenfalls die Thatsache, dass die Ausdehnungscoefficienten bei analogen Grundstoffen durch die übrigen physikalisch-chemischen Constanten dieser Elemente bedingt sind. Auf Grund dieses scheinbar günstigen Resultates unter den citirten Gleichungen eine Auswahl zu treffen, ist aber unmöglich. Um so mehr, da des Autors eigene Studien (vergl. § 16) einer neuen Relation noch günstigere Resultate verdanken.

§ 16. Analoge und antiloge Dilatation. Molekularcohäsion. Atomdilatation. Despretz**) schreibt: »Depuis déjà assez longtemps il est admis, dans la science, que le coefficient de la dilatation . . . des liquides et des solides croît avec la température.« Thatsächlich entziehen sich nur wenige Substanzen dem allgemeinen Gesetze, dass der Dilatationscoefficient mit der Abnahme der Körperdichte zunimmt. Hieraus folgt für einen und denselben Körper die allgemeine Function:

$$f(l\, D^{+n}) \sim \text{const.}$$

Nach dem Gesagten muss, unbeschadet der Art der Function, als Exponent von D eine positive Grösse gesetzt werden. Alle Substanzen, welche dieser Beziehung Folge leisten, nenne ich Körper mit **analoger** Dilatation. Ueberblickt man die Reihe der metallischen Grundstoffe***), so sieht man, dass fast alle analoge Ausdehnung besitzen†). Die Form der Function mag eine sehr complicirte sein, dies ist vorläufig von minderem Belang. Wesentlich ist aber die Thatsache, dass einige wenige Substanzen existiren, bei welchen Dichte und Ausdehnungscoefficient in gleichem Sinne variiren, das heisst, mit Abnahme der Dichte tritt auch ein die Verminderung des

*) Die Zahl $S = 1{,}233$ (Spring, Wiedem. Beiblätter 1881, **5**, 855) ist jedenfalls durch einen Druckfehler entstellt, sie muss $1{,}133 = 3\ ^{Sp}l\,P$ lauten. Durch diese Correctur wird aber die vom genannten Autor an jener Stelle angegebene Gleichheit der Constanten stark beeinträchtigt.

) Despretz, Compt. rend. 1838, **7, 589.

***) Landolt-Börnstein, phys. Tabellen pag. 70—71.

†) Vergl. Clausius, Wärmelehre, **1**, 43. Ebenso wäre der Beobachtung von Regnault zu gedenken, nach welcher verdünnte Luft grösseren Ausdehnungscoëfficienten besitzt als comprimirte.

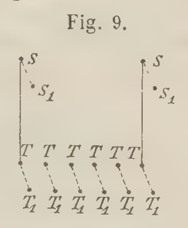
Ausdehnungscoefficienten. Aus der Reihe der Grundstoffe wäre nach Fizeau's*) Beobachtungen zu erwähnen Zink $\Delta l = -1,27$ und Anthracit $\Delta l = -8,15$. Solche Körper verhalten sich entgegengesetzt den gewöhnlichen Vorstellungen, ihnen entspreche eine Formel ähnlich der folgenden:

$$f(l\, D^{-n}) \sim \text{const.}$$

Ich werde hierfür den Namen **antiloge** Dilatation benutzen.

Vergleicht man Grundstoffe ähnlicher Qualität, zum Beispiel die thermisch »analogen« Schwefel, Tellur, so kann im Querschnitt der idealen Volumseinheit eine durch Fig. 9 dargestellte Partikelaustheilung herrschen, welche man aus dem Verhältniss der Volumgewichte 2:6 erschlossen hätte. Durch Erhöhung der Temperatur wären daher bei Schwefel nur zwei Massentheilchen von der Ruhelage S in die Stellung S_1 zu überführen, während hingegen bei Te sechs Partikeln zu verschieben sind. Die aufzuwendende Arbeit würde daher im Verhältniss 1:3 und bei hypothetisch gleicher Leistungsfähigkeit des Wärme-Incrementes der Effect der Arbeit im Verhältniss 1:3, also im Verhältnisse $D(S):D(Te)$ stehen. In der obigen Gleichung wäre daher der positive Exponent von D der Einheit gleich.

Fig. 9.



Aber der grössere oder geringere Arbeitseffect hängt überdies auch davon ab, ob den verglichenen Molekülen gleiche chemische Bindung und Affinität, ob den verglichenen Substanzen gleiches inneres Arbeitsvermögen zukommt. Als Maass für alle diese Eigenschaften wird meist das chemische Gewicht benutzt. Wir werden daher das Molekulargewicht als Maass für die zu leistende Arbeit in die Gleichung einführen können, um vergleichbare Grössen, geltend für verschiedene Elemente, zu erhalten. Genau in gleicher Weise werden ja auch bei der mechanischen Arbeit des Lichtes nur die Refractionsäquivalente der verschiedenen Substanzen als vergleichbare Functionen betrachtet.

Wir erhalten aus allen diesen Prämissen die allgemeine Relation

$$f(l, P, D)^{\pm n} = \mathfrak{l} \sim \text{const.}$$

und wollen diese Grösse in Zukunft Atomdilatation nennen, und zu ihrer Bezeichnung, wenn sie analoge Dilatation bedeuten soll, den Buchstaben $\mathfrak{l}_+$, wenn antilog, $\mathfrak{l}_-$ wählen.

Die einfachste Formel für antiloge Atomdilatation hat Wiebe (XXXII.) gegeben, auch wurde durch Rechnung ihre Wirksamkeit geprüft. Allein an dieser Stelle muss betont werden, dass Schwefel, Selen, Tellur analoge Dilatation besitzen und deshalb der eventuell einfachsten diesbezüglichen Formel

*) Fizeau, Comp. rend. 1869, **68**, 1128.

$$\underset{+}{\mathfrak{l}} = l\,PD = \text{const.} \qquad \textbf{(XXXIII.)}$$

genügen werden.

Nimmt man, wie die Ableitung dieser Sätze verlangt, Rücksicht auf die Moleküle, so kann zum Vergleiche differenter Grundstoffe eigentlich nur das aus der Dampfdichte folgende Molekulargewicht benutzt werden. Bekanntlich entspricht der Dampfdichte des Schwefels bei niedriger Temperatur die Molekularzahl S_3 und wir finden auch die Zahlen citirt*):

$$\mathfrak{S}^1 = 191{,}88 \qquad \mathfrak{Se} = 157{,}8 \qquad \mathfrak{Te} = 256.$$

Rectificirt man $\mathfrak{Te}$ nach den neueren Angaben von Brauner, benutzt wieder l nach Spring oder Fizeau, dann erhält man mittelst der Relation (XXXIII.) folgende Werthe für $\underset{+}{\mathfrak{l}}$:

	P	$\mathfrak{l}$ (Spring)	$\mathfrak{l}$ (Fizeau)	m
$S_3 = \mathfrak{S}'$	192	0,046 683	0,025 364	1
$\mathfrak{Se}$	157,6	0,044 747	0,024 938	1
$\mathfrak{Te}$	250	0,058 994	0,026 800	1

Unter der Voraussetzung, das der prismatische Schwefel drei Atome im mechanisch wirksamen Molekül besässe, liefert der Fizeau'sche Ausdehnungscoefficient für unsere Triade das bemerkenswerthe Resultat: Schwefel, Selen, Tellur besitzen gleiche Atomdilation $\underset{+}{\mathfrak{l}}$.

Man ist vielleicht geneigt, dieses Resultat als ein zufälliges zu bezeichnen, allein dieselbe Uebereinstimmung zeigen auch einzelne andere, von mir der Berechnung unterworfene Gruppen. Ich erwähne:

	P	D	Fl	$\underset{+}{\mathfrak{l}}$ (XXXIII.)
As_2O_3	197,8	3,70	0,000 12378	0,090 589
Sb_2O_3	287,8	5,27	0,0000 5889	0,089 319.

Ausserdem wäre es möglich, auch aus den Gruppen der organischen Verbindungen Beispiele vorzuführen für die Verwendbarkeit der »analogen Atomdilatation«, sowie sich auch auf eben demselben Gebiete das trefflichste Beispiel für die »antiloge« Atomdilation

$$\underset{-}{\mathfrak{l}} = l\,PD^{-1} = \text{const.} \qquad \text{(XXXII.)}$$

in der Gruppe der organischen, Chlor enthaltenden Verbindungen findet. Doch würden solche Angaben weit den Rahmen der vorliegenden Untersuchung überschreiten.

Je weiter man mit Hülfe dieser einfachen Rechnungsoperationen in der Controle der bisherigen Beobachtungen vordringt, desto interessantere Beziehungen treten zu Tage. Diese machen es anderseits klar, dass bei Anwendung einer einzigen Formel auf »alle« Metalle nur schwankende Resultate erhalten werden.

---

*) Loth. Meyer, Theor. d. modern. Chemie 1880, 43.

Den Körpern, welche »abnorme« Dilatation besitzen, ist die Gruppe Arsen, Antimon, Wismuth zuzuzählen. Hier wächst die Ausdehnung mit steigendem Molekular- und specifischem Gewichte. Welche Factoren hier von Einfluss sind, ist noch unbekannt; jenen der Cohäsion wollen wir später ins Auge fassen. Arsen ist wegen mangelnder Kenntniss der Dichte des Versuchsobjectes für diese Controlrechnung nicht zu benutzen. Die Ausdehnungscoefficienten von *Bi*, *Sb* verhalten sich aber direct proportional dem Atomvolumen. Dies kann man durch die Formel

$$l^{-1} D^{-1} P = \text{const.} \qquad \text{(XXXIV.)}$$

ausdrücken. Der Calcül liefert thatsächlich eine vollkommene Uebereinstimmung der Zahlen:

	P	D	PD^{-1}	^{F}l	$Pl^{-1}D^{-1}$
Bi	207,5	9,8	21,173	1346	1573066
Sb	119,9	6,7	17,895	1152	1553431.

Aus dem Gesagten erhellt, dass es kaum möglich sein wird, die Relationen zwischen den oftgenannten physikalischen Constanten für alle Grundstoffe nur durch eine Formel auszudrücken. Eigentlich kann blos das Studium dieser Beziehungen innerhalb beschränkter Gruppen einst zur Kenntniss der absolut richtigen Function führen.

Dimorphe Körper lehren uns anderseits, dass die Variationen der Ausdehnungscoefficienten auch mit höheren Potenzen der Dichte commensurabel sein können, daher in der ersteren Gleichung (vergl. Seite 361) auch der Exponent $\pm n$ gesetzt ward. Aus dem Vergleiche von Diamant und Graphit ergiebt sich, dass die von Fizeau mitgetheilten Ausdehnungscoefficienten dieser Mineralien erst den vierten Potenzen der Dichte proportional sind. Hier gelte dann die Relation

$$D^4 l = \text{const.}$$

Diamant	$D = 3{,}5$	$^{F}l = 118$	$D^4 l = 17705$
Graphit	$D = 2{,}2$	$^{F}l = 786$	$D^4 l = 18415.$

Die bisherige Discussion führt zur Erkenntniss, »dass der Dilatationscoefficient ähnlicher Grundstoffe abhängig ist vom chemischen und specifischen Gewicht und sich theils direct theils verkehrt proportional mit Potenzen dieser Grössen ändert«. Der Autor selbst betrachtet aber die vorgeführten Relationen keineswegs als eine vollständig erschöpfende Interpretation des Beobachtungsmaterials. Sie mögen wohl genügen, um bei verwandten Grundstoffen die Variation Δl von einem zum zweiten Elemente theoretisch zu controliren, um aus den Endgliedern einer organischen Reihe den Werth l für ein Mittelglied durch Rechnung zu bestimmen, wie dies ebenfalls der Autor versucht hat — aber sie geben keinen Grund an für die unleugbare Thatsache, dass analoger und antiloger Gang der Dilatation

existirt, sie erklären ebensowenig, wie alle früheren Formeln, die Wendepunkte im Gefälle von l.

Der Grund für die blos partielle Verwendbarkeit der Formeln ist jedenfalls darin zu suchen, dass in der Ableitung derselben nur die wichtigsten Glieder berücksichtigt sind und die Wirkung des inneren Baues, der Affinität und Cohäsion bei den verschiedenen Substanzen in allen Fällen gleichsam proportional dem Molekulargewichte gesetzt ward. Nun zeigt aber ein Studium der wechselnden Cohäsion allotroper Körper, dass diese genannte Eigenschaft sich keineswegs in den Formeln durch das Molekulargewicht ersetzen lässt. Die grössere oder geringere freie Beweglichkeit der Massentheilchen muss auf die Ausdehnung von Einfluss sein. Wählt man den Ausdruck »Molekularcohäsion« für die hier ins Auge zu fassende Art der Bindung des Moleküls an seinen ursprünglichen Ort, so muss man gleichzeitig bemerken, dass diese Cohäsion nicht mit Spaltung etc. etc. identificirt werden darf. Eher würden noch Zugfestigkeit, Bruchmodul mit unserer Art von Cohäsion zu »vergleichen« sein.

Als Maass der Molekularcohäsion empfiehlt es sich vorläufig bei Mineralien*) den Quotienten Härte durch Dichte

$$K = HD^{-1} \qquad \text{(XXXV.)}$$

zu benutzen. Bekanntlich existirt eine Beziehung zwischen beiden Constanten, die für ähnliche Substanzen durch die Relation**) $HD^{-1} \sim$ const. ausdrückbar ist.

Besitzt ein fester Körper trotz relativ grosser Dichte geringe Härte, so ist der Schluss erlaubt, dass seine Molekularcohäsion nur gering sei. Die natürliche Folge hiervon ist, dass auch die thermische Verschiebung der Moleküle geringere Dilatationsarbeit erfordert, und der Ausdehnungscoefficient relativ gross sei. Ein gutes Beispiel für diesen Einfluss der Molekularcohäsion auf l_m liefert die isomorphe Reihe: Wismuth, Antimon, Arsen (vergl. vorige Seite).

	Wismuth.		Antimon.		Arsen.
$P =$	207,5		120		75
$K = \frac{H}{D}$	$\frac{2}{9,8}$	$<$	$\frac{3}{6,7}$	$<$	$\frac{3,5}{5,7}$
${}^{F}l_m$	1346	$>$	1152	$>$	559.

Bei diesen Mineralien nimmt die Härte von einem zum anderen Gliede zu im entgegengesetzten Verhältnisse zu Molekulargewicht und Dichte. Mit Zunahme der Molekularcohäsion steigt auch der Schmelzpunkt und der Ausdehnungscoefficient nimmt ab. Letzteres ist selbstverständlich, denn je mehr ein Massentheilchen an sein Gleichgewichtscentrum gebunden ist,

*) Schrauf, Wiedem. Ann. 1886, **28**, 434.

) Schrauf, Physik. Mineralogie **2, 69.

desto geringeren Effect kann die, das frühere Gleichgewicht störende (dilatirende) Erhöhung der Temperatur ausüben. Die Untersuchung dieser Gruppe, *As*, *Sb*, *Bi*, lehrt zwar nicht die Function kennen, welche zwischen Dilatation und Molekularcohäsion besteht, macht es jedoch wahrscheinlich, dass die verschieden grosse Ausdehnung in dieser Gruppe durch das lockere Molekulargefüge der chemisch und specifisch schwereren Massen bedingt ist.

§ 17. Verhältniss des Dilatationsmodulus zu den Krystallaxen bei Verbindungen. Im vorhergehenden § ist nur der mittlere Ausdehnungscoefficient ähnlicher Grundstoffe zur Prüfung der Relationen verwendet worden. Krystallisirte anisotrope Körper besitzen aber nach den drei Seiten des Raumes differente Ausdehnung. Könnte man einen solchen Krystall ohne Aenderung seiner Dichte und seiner Molekularstructur in eine flüssige Modification umwandeln, so müsste bei dieser dann der Werth $l_m = \frac{1}{3} \Sigma l_i$ als Dilatationscoefficient gelten. Bei der Rückbildung des Krystalls aus dieser idealen verflüssigten Modification verwandelt*) sich gleichzeitig a_m in a_i, μ_m in μ_i und l_m in l_i. Wir sind wohl noch nicht in der Lage, die Gründe anzugeben, welche in jedem einzelnen Falle den Werth von a_i bedingen, doch müssen wir zugestehen, dass eine Ursache gleichzeitig die Variation der Gestalt nach den Seiten des Raumes und die axiale Differenzirung der physikalischen Constanten hervorruft. Nach meinen vorliegenden Untersuchungen besteht aber mindestens für die thermischen Constanten eine Relation**)

$$m_i \mathfrak{L}_i^{-1} a_i = \text{const.}, \qquad \text{(XXXVI.)}$$

welche letztere von a_i abhängig darstellt. In (XXXVI.) bedeutet m_i den multiplen Factor, $\mathfrak{L}$ den axialen Dilatationsmodulus.

Die Berechnung des Dilatationsmodulus stützt sich auf folgende Erwägung. Die Ortsveränderung der Atome, welche bei der Ausdehnung stattfinden muss, ist im Wesentlichen vergleichbar mit jenen Schwingungen, welche das Licht anregt. Namentlich bei der Dispersion ist es sicher nothwendig, den störenden Einfluss der materiellen Theilchen zu berücksichtigen. Derselbe störende Einfluss der Nachbarmoleküle muss sich aber auch dann bemerkbar machen, wenn Ortsveränderungen kleinster Art durch eine andere Ursache hervorgerufen werden. Mindestens müssen die für eine Erscheinung geltenden Gesetze auf das zweite Phänomen anwendbar sein und sinngemässe Resultate liefern. Es setzt somit die Prüfung der

---

*) Es ist vielleicht nicht unnütz, wenn man hervorhebt, dass diese Werthänderung von l_m in l_i nicht zu vergleichen ist mit den Variationen von l_m selbst, die von einem zum zweiten Grundstoffe stattfinden. Im letzteren Falle ändert sich P, im ersteren hingegen die axiale Dichte D_i.

**) Schrauf, Wiedem. Ann. 1886, 28, 439. Formel IV.

Relation (XXXVI.) gleichzeitig die Kenntniss der optischen Eigenschaften des Versuchsobjectes voraus. Dadurch beschränkt sich das Gebiet der zur mathematischen Discussion tauglichen Beobachtungen auf wenige Substanzen. Nur solche trimetrische Körper, deren Hauptbrechungsexponenten μ_i für die Fraunhofer'schen Linien bestimmt sind, werden über die Zulässigkeit der Gleichung (XXXVI.) Aufschluss geben.

Ehe wir zur Auswerthung der betreffenden Relationen übergehen, müssen wir uns an jene Dispersionsgleichungen erinnern, in welche sinngemäss statt des optischen der volumetrische Werth einzusetzen käme. In meiner vor Kurzem erschienenen Arbeit über Dispersion bei trimetrischen Körpern*) habe ich die Relationen besprochen, welche zwischen dem Cauchy'schen Dispersionsfactor b_i und der »axialen« Dichte D_i bei Topas, Baryt, Aragonit bestehen. Weil bei Topas die Molekularcohäsion (XXXV.) gross ist, werden wir annehmen, dass nur Störungen erster Ordnung sich bemerkbar machen können. Ist hingegen die Molekularcohäsion klein wie bei Baryt, Aragonit, dann werden auch Störungen zweiter Ordnung, also Störungen durch die Moleküle, welche senkrecht gegen die Ortsveränderung gelagert sind, zu berücksichtigen sein. Die Functionen müssen ferner so beschaffen sein, dass die drei axialen Dispersionsvermögen dem mittleren Dispersionsvermögen gleich werden.

Für Topas, dessen Molekularcohäsion > 2 ist, genügt diesen Anforderungen die Formel

$$b_i D_i^{-1} = \text{const.}$$

Baryt und Aragonit besitzen geringere Molekularcohäsion, hier gilt auch eine complicirte Relation $bf(d\,d\,d)$, und die Prüfung der Zahlenwerthe führte zum Ausdruck

$$b_i D_i^{-3} D_{i+1}^{\frac{1}{2}} D_{i+2}^{\frac{1}{2}} = \text{const.}$$

Für diese sogenannten Constanten ergaben sich thatsächlich gleiche Werthe:

		a	b	c
Topas	D_i	3,51089	3,52111	3,55488
	$D_i^{-1} b_i$	0,0032784	0,0032774	0,0032772
Baryt	D_i	4,46340	4,46846	4,52598
	$b_i f(ddd)$	0,00069541	0,00070525	0,00069846
Aragonit	D_i	2,56339	3,11980	3,13394
	$b_i f(ddd)$	0,00185637	0,00182014	0,00183751.

*) Schrauf, Wiedem. Ann. 1886, 28, 433. Ich wiederhole hier nur einige wenige Zahlen und verweise wegen der Ableitung derselben auf diese citirte Abhandlung. (S. Ausz. a. Schluss dieses Heftes.) Hier erfolgt die Anführung der Zahlen in der Reihenfolge der Elasticitätsaxen $\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$, während in den Annalen die Reihenfolge der Brechungsexponenten $\alpha > \beta > \gamma$ eingehalten ist. Das erste und dritte Glied vertauschten ihre Plätze.

Sind jene Prämissen richtig, die Anfangs dieses Paragraphen entwickelt wurden, so muss die Form dieser Dispersionsgleichungen auch für die Relationen der Ausdehnung anwendbar sein und sinngemässe Resultate verbürgen. Es ist deshalb*)

wenn $K > 2$ $\quad D_i^{-1} l_i = \mathfrak{L}_i,$ (XXXVII.)

wenn $K < 2$ $\quad l_i D_i^{-3} D_{i+1}^{\frac{1}{2}} D_{i+2}^{\frac{1}{2}} = \mathfrak{L}_i.$ (XXXVIII.)

Die resultirende Zahl $\mathfrak{L}_i$ nenne ich »Dilatationsmodulus«, gleichgültig ob sie durch die erste oder zweite Formel abgeleitet ist. Mittelst dieser Gleichungen (XXXVII.) (XXXVIII.) ist es nun möglich, wenn die optisch-volumetrischen Werthe bekannt sind, die Hauptrelation (XXXVI.) zu prüfen. Dies gelingt bei Topas, Baryt, Aragonit. Nur wird man sich erinnern müssen, dass in Folge der früher gestellten Bedingung: Analogie der optischen und dilatometrischen Rechnung, — für Topas (XXXVII.), hingegen für Baryt und Argonit (XXXVIII.) zu gelten habe. Die verwendeten Ausdehnungscoefficienten sind theils von Fizeau, theils von Pfaff bestimmt; die Präfixe F, P deuten diese Autoren an**). Für Aragonit liegen von beiden Autoren Angaben vor, die etwas divergiren. Die Aufzählung der Resultate erfolgt immer in der Reihenfolge $\mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$.

		$\mathfrak{a}$	$\mathfrak{b}$	$\mathfrak{c}$
Topas (XXXVII.)	D_i	3,51089	3,52111	3,55488
	$10^4 \cdot {}^F l_i$	0,0484	0,0414	0,0592
	$\mathfrak{L}_i$	*0,013786*	*0,011758*	*0,016653*
Baryt (XXXVIII.)				
	D_i	4,46340	4,46846	4,52598
	$10^4 \cdot {}^P l_i$	0,14904	0,22519	0,14311
	$\mathfrak{L}_i$	*0,0075377*	*0,011344*	*0,0068936*
Aragonit (XXXVIII.)				
	D_i	2,56339	3,11980	3,13394
F	$10^4 \cdot l_i$	0,3460	0,1016	0,1719
F	$\mathfrak{L}_i$	*0,064231*	*0,009484*	*0,015795*
P	$10^4 \cdot l_i$	0,31358	0,10781	0,15903
P	$\mathfrak{L}_i$	*0,058212*	*0,010086*	*0,01461.*

Im Gegensatze zum Dispersionsvermögen (vergl. Seite 366) zeigen die auf gleiche Weise berechneten Dilatationsmoduli in diesen Beispielen keine

*) Diese Gleichungen sind ident mit den Gleichungen (II.) (III.) in meinen Untersuchungen über Ausdehnung und axiale Dichte (Wiedem. Ann. 1886, **28**, 439). Statt des dort gebrauchten x, y, z steht hier i, $i+1$, $i+2$.

) Pfaff (Poggend. Ann. **107) giebt für Baryt auf Seite 152 $a < c < b$, hingegen pag. 153, wo er von Elasticitätsaxen spricht, $a > c > b$ an; letzteres ist unrichtig. Ich habe mich leider hierdurch bei Abfassung meines Lehrbuches der physik. Mineralogie täuschen lassen und daselbst **2**, 357 statt der richtigen thermischen Formel τ ($\mathfrak{b}\,\mathfrak{a}\,\mathfrak{c}$) fälschlich τ ($\mathfrak{b}\,\mathfrak{c}\,\mathfrak{a}$) gesetzt.

Constanz ihrer axialen Werthe. Diese sind für die Richtungen der drei Elasticitätsaxen verschieden. Ihre Beziehung zu den Krystallaxen ist durch irrationale Factoren verschleiert. Eliminirt man dieselben, indem man die Verhältnisse $\mathfrak{L}_a : \mathfrak{L}_b : \mathfrak{L}_c$ bildet, dann erkennt man, dass diese Werthe $\mathfrak{L}$ (gleichgültig ob mittelst XXXVII oder XXXVIII berechnet) in einem einfachen multiplen Verhältniss zu dem System der Krystallparameter stehen. Denn wir haben

$$\mathfrak{L}_i : : = m_i a_i : : ,$$

worin m_i ein unbestimmtes Multiplum, aber die einfachsten Zahlen bedeutet. Dieses Doppelverhältniss lässt sich in der bekannten Form schreiben

$$m_i a_i \mathfrak{L}_i^{-1} = \text{const.} \qquad \textbf{(XXXVI.)}$$

Dass diese Beziehung zwischen Coordinatenaxen und Dilatationsmodulis thatsächlich existirt, zeigt die Parallelisirung der oben erhaltenen Werthe $\mathfrak{L}$ mit den Zahlen des gewöhnlichen Krystallaxensystems. Natürlich ist auch bei Anführung von a_i die Reihenfolge der Elasticitätsaxen genau zu berücksichtigen. m_i sind die unbestimmten Factoren, welche die Bedingung erfüllen, $a_i = \mathfrak{L}_i$ zu machen. Ueberflüssige Decimalstellen wurden nicht notirt, die Umstellung der Verhältnisse $\mathfrak{L}_i : :$ theils durch Division, theils durch Multiplication ist so einfach, dass keine speciellere Andeutung über die stattgehabten Operationen nöthig ist.

Topas	$\mathfrak{L}_i =$	13786	: 11758	: 16653
	$=$	2(0.5862)	: 1	: 3(0,4721)
	$a_i =$	0,52854	: 1	: 0,47698
	$m_i =$	*2*	: *1*	: *3*
Baryt	$\mathfrak{L}_i =$	0,75377	: 1,1344	: 0,68936
	$=$	2(1,32894)	: 4	: 3(0,81025)
	$a_i =$	1,31268	: 1	: 0,81461
	$m_i =$	*2*	: *4*	: *3*
Aragonit	$\mathfrak{L}_i =$	5,8212	: 1,0086	: 1,5793
	$=$	10(0,5821)	: 1,0086	: 1,5793
	$a_i =$	0,57938	: 1	: 1,60865
	$m_i =$	*10*	: *1*	: *1*

Bei Aragonit sind die Angaben von Pfaff und Fizeau vorhanden, daher es gestattet ist, aus beiden Zahlenreihen die passendsten Werthe zu diesem Vergleiche auszuwählen.

§ 18. Berechnung der Dilatationscoefficienten aus den bekannten Werthen der Krystallaxen bei Verbindungen. Die Resultate des vorhergehenden § sprechen für die Existenz einer Beziehung zwischen Ausdehnung und Krystallaxenlänge. Durch die Rechnung

wird wenigstens für die gewählten Beispiele der unbestimmte Factor m_i ermittelt. Von nun an wird eigentlich dieser Werth m_i als independent variable Grösse gelten müssen, während $a_i\ l_i$ als dependent Variable anzusehen sind, weil eben zwischen beiden eine bekannte Relation herrscht. Ist auf irgend eine Weise, durch annähernde Versuche, oder einzelne Winkelmessungen, der Werth von m_i erkannt, dann wird es möglich sein »aus den bekannten optischen, volumetrischen und morphologischen Daten den Ausdehnungscoefficienten vorauszuberechnen«. XXXVI. liefert uns also zum mindesten ein Mittel der Controle. Wir werden diesen, aus dem Coordinatensystem abgeleiteten Ausdehnungscoefficienten im Nachfolgenden mit dem Buchstaben L_i bezeichnen; gleichgültig ob zu seiner Berechnung XXXIX. oder XL. diente; denn es gelten natürlich wegen XXXVII., XXXVIII. auch für L_i doppelte Formeln:

$$m_i a_i D_i^1 = L_i \qquad \text{(XXXIX.)}$$

$$m_i a_i D_i^3 D_{i+1}^{-\frac{1}{2}} D_{i+2}^{-\frac{1}{2}} = L_i, \qquad \text{(XL.)}$$

wo erstere Gleichung grosse Molekularcohäsion des Körpers zur Voraussetzung hat.

Thatsächlich ist im linken Theile dieser Formeln nur m_i unbekannt. Bei isomorphen Substanzen, welche optisch gleich, hingegen thermisch verschieden orientirt sind, muss m_i nicht bloss von Richtung zu Richtung, sondern auch von Substanz zu Substanz variiren. Es mag dies durch den chemisch orientirten Aufbau des Moleküls der Verbindung bedingt sein (vergl. Einleitung), weil diese Gleichungen (XXXIX.) (XL.) nur für Verbindungen aufgestellt sind und bei den Grundstoffen durch weit einfachere (vergl. § 20) ersetzt werden können.

Die mehrfach genannten Formeln für L_i lassen sich auf verschiedene Weise prüfen. Ich habe diesen Gegenstand in ausführlicher Weise an einem anderen Orte behandelt*). Nur einzelne Zifferreihen gestatte ich mir hier hervorzuheben, um die Fehlergrenzen und die Genauigkeit dieses subsidiarischen Calcüls betonen zu können.

Das erste Vergleichsobject seien die gerechneten L_i und die beobachteten l_i (nach Fizeau und Pfaff) von

		a	b	c
Aragonit	m_i	10	1	1
	L_i	3118	1071	1748
	$^F l_i$	3460	1016	1719
	$^P l_i$	3136	1078	1590.

Die Fehler zwischen Calcül und Beobachtung sind unbeträchtlich; sie fallen innerhalb jener Grenzen, die durch die ungleichen Angaben der obengenannten Autoren gezogen sind.

*) Schrauf, Wiedem, Ann. 1886, 28, 438. S. a. Schlusse dieses Heftes.

Bei Topas war im vorhergehenden Vergleiche (Seite 368) von $\mathfrak{L}_i$ und a_i eine Differenz zwischen $\mathfrak{L}_a$ und a_a vorhanden. Der Effect dieser Differenz ist für die Rechnung von Winkel oder Parameter verschwindend klein. Wir erhalten fast ganz genau dieselben Zahlen a_i^{120} und W_i^{120}, ob wir zu deren Auswerthung die wirklich beobachteten Ausdehnungscoefficienten $^{Fl}l_i$ oder die gerechneten L_i benutzen:

An Topas ist		a	b	c
beobachtet	$a_i^{20^\circ}$	0,52854	1	0,47698
berechnet mit $^{Fl}l_i$	$a_i^{120^\circ}$	0,5285769	1	0,4770648
berechnet mit L_i	$a_i^{120^\circ}$	0,5285518	1	0,4770677.

Die Differenzen zwischen zweiter und dritter Zeile werden erst in den 5. Decimalstellen bemerkbar, und erzeugen daher nur angulare Unterschiede von 4 Secunden im Maximum. Hierdurch ist also auch die scheinbar grosse Differenz bei Topas auf ihr wahres Maass zurückgeführt.

Schliesslich habe ich zur Prüfung dieser Relationen (XL.) (XXXVI.) auch noch das mittelst L_i gerechnete Winkelgefälle vom Aragonit mit der von Mitscherlich beobachteten thermischen Winkelvariation verglichen.*)

Aragonit (XL.)			a	b	c
beob.:		$a_i^{14^\circ R}$	*0,5789496*	*1*	*1,6064517*
- *Mitsch.:*		W^{14R}	*108°26′0″,0*		*116°11′46″,66*
berechn.:	10^6	m_i	13	1,3	1,3
-	100° C.	L_i	0,00405431	0,00139269	0,00227305
-	100° R.	L_i	0,0050679	0,0017408	0,0028413
-		a_i^{114R}	0,5808725	1	1,6082108
-		W_i^{114R}	108°18′45″,20		116°15′ 9″,20
beob. Mitsch.:		W_i^{114R}	*108°19′ 6″,39*		*116°15′28″,33*
		$\Delta\, W_{\text{beob.}}^{114} - W_{\text{rechn.}}^{114}$	**− 21″,19**		**+ 19″,13**

Die Uebereinstimmung von Beobachtung und Rechnung ist eine vollkommen genügende, denn die Fehler $\Delta\,(W_b - W_r)$ halten sich innerhalb jener Grenzen ($\frac{1}{3}$ Minute), welche für Mitscherlich's Beobachtungen selbst gelten. Sie spricht zu Gunsten der Relationen (XXXVI.) (XL.), und lehrt, dass dieselben wenigstens dazu benutzbar sind, die dilatometrischen Bestimmungen durch andere Methoden zu controliren. Die hier angegebenen Functionen haben vorläufig nur den Werth von Hülfsformeln; sie machen aber der einstigen mathematischen Theorie dieses Gegenstandes jene Grössen namhaft, zwischen denen ein Causalnexus besteht und welche daher in den Calcül eingeführt werden müssen. Unsere Formeln werden um so mehr

*) Beim Studium dieses Gegenstandes waren vorerst einige Druckfehler zu berichtigen, welche in diverse, den Aragonit betreffende, Abhandlungen sich eingeschlichen haben. Auf diese Correctur, sowie auch auf die Begründung des Calcüls verweise ich. Sie findet sich Wiedem. Ann. 1886, **28**, 443. (S. a. Schlusse dieses Heftes.)

dieser Berücksichtigung werth sein, als hier zum ersten Male der Versuch und zwar mit günstigem Erfolge gewagt wurde, die Gesetze, welche für die Dispersion gelten, auch auf die durch die Wärme hervorgerufene Molekularbewegung anzuwenden.

§ 19. **Relation zwischen Ausdehnung und Dispersion bei den Grundstoffen: Schwefel, Diamant.** Die Thatsache, dass bei einzelnen Verbindungen zwischen den Gesetzen der Dispersion und Ausdehnung Analogie herrscht, findet durch die bei einigen Grundstoffen nachweisbare Zahlengleichheit eine erwünschte Ergänzung. Die hier etwa bestehende Beziehung liesse sich durch den folgenden Ausdruck darstellen:

$$m_i f(b_i D_i) = l_i.$$

das heisst: die Ziffer des Ausdehnungscoefficienten wäre in einigen Fällen gleich oder ein Multiplum jener Zahl, die allgemein unter dem Namen »Dispersionsvermögen« bekannt ist. Die Bedingung für letzteres ist

$$b_a f(D_i) = b_b f(D_i) = b_c f(D_i) = \text{const.},$$

während die axiale Dichte D_i sich berechnet mittelst

$$D_i = (A_i^2 - 1)(A_i^2 + 2)^{-1} M_m^{-1},$$

welche Gleichung, wenn m statt i gesetzt wird, M_m selbst ergiebt. Ich beabsichtige hier nicht weiter in eine Erörterung dieser Functionen einzugehen. Ich will nur unmittelbar jene Zahlen angeben, welche die Existenz eines Canalnexus zwischen $b_i\ l_i$ wahrscheinlich machen.

12. Liste. Optische und volumetrische Werthe von Schwefel.

		a	b	c
A_i		1,8939	1,9715	2,1659
b_i		0,0566	0,0668	0,0746
A_m		—	2,01043	—
D_m		—	2,06665	—
M_m		—	0,243613	—
D_i		1,90066	2,01297	2,26443
$D^{-\frac{3}{2}} b_i$		*0,021600*	*0,023389*	*0,021895*
$10^3\ l_i^{21}$	(XIV.)	**0,071384**	**0,086039**	**0,021441**
$10^3\ l_i^{18}$	(XXIV.)	**0,066981**	—	—
m_i		3	4	1

Wenn man die letzten Zeilen vergleicht, findet man eine überraschende Gleichheit der Zahlen von l_i und $D^{-\frac{3}{2}}\ b_i$, welche sich ziffergemäss für Schwefel durch die Relation darstellen lässt:

$$m_i b_i D_i^{-\frac{3}{2}} = l_i. \qquad \text{(XLI.)}$$

Da aber $b_i D_i^{-\frac{3}{2}} = \text{const.} = b_m D_m^{-\frac{3}{2}}$ sein muss, so wäre auch zu schreiben

$$m_i b_m D_m^{-\frac{3}{2}} = l_i. \qquad \text{(XLI.}^{a}\text{)}$$

Dies würde besagen, dass die Zahl für den Ausdehnungscoefficienten ziffermässig ein Multiplum des zwischen Dispersion und Dichte bestehenden Verhältnisses sei.

Vor Allem wird hier der Einwurf gemacht werden, dass die beiden Zahlenreihen eigentlich nicht vergleichbar sind, indem sie sich auf verschiedene Maasseinheiten beziehen; dass ferner die Uebereinstimmung der Werthe l_i nur eine zufällige sein kann, weil sie ja von der Wahl der Thermometerscala abhängt. Beide Einwürfe sind begründet. Aber man wird dagegen einwenden können, dass eigentlich nur durch diese Vorbehalte bedingt wird, dass auch an anderen Substanzen bei Anwendung der Celsiusscala der Vergleich dieser incommensurabeln Werthe eine Gleichheit von deren Ziffern ergeben müsse.

Thatsächlich ist dies bei Diamant der Fall. Derselbe besitzt grosse Molekularcohäsion und daher wird für ihn, wie früher bei Topas, (vergl. S. 366) zu einem Vergleiche mit l_i die Formel $D^{-1} b$ benutzbar sein. Nach meinen Beobachtungen*) gilt für

Diamant
$$b = 0{,}03869$$
$$D = 3{,}516$$
$$D^{-1} b = 0{,}01101;$$
$$10^4 l = 0{,}0118 \text{ nach } \textit{Fizeau}^{**})\text{.}$$

Es ergiebt sich also auch bei Diamant eine überraschende Gleichheit der optischen und volumetrischen Ziffern, die sich unter die Formel subsummiren liesse

$$D^{-1} b = l. \tag{XLII.}$$

Eigenthümlicher Weise unterscheiden sich die beiden, das Licht so stark brechenden Körper: Schwefel und Diamant, nicht bloss durch ihre Molekularcohäsion, sondern auch durch die Quantitätsunterschiede von Dispersion und Dilatation. Schwefel besitzt grosse, Diamant hingegen ausnehmend kleine Werthe dieser »beiden« Functionen.

Alle diese Vergleiche bestätigen im Wesentlichen die Annahme der früheren Paragraphen, dass die thermischen Molekularveränderungen und die als Dispersion sich manifestirende Störung der Lichtschwingungen als Erscheinungen analoger Art können betrachtet werden. Es ist wohl die Bedeutung des Cauchy'schen Dispersionscoefficienten b_i in der Optik nicht vollkommen sicher gestellt, auch sind dessen Werthe bei stark dispergirenden Medien durch die abgekürzte Form $\mu = A + b \lambda_D^{+2} \lambda^{-2}$ nur annähernd bestimmbar. Jede etwa existirende Relation zwischen $l_i\, b_i\, D_i$ wird deshalb schwer zu beweisen sein. Finden sich Concordanzen, wie sie die

---

*) Schrauf, Wiedem. Ann. 1884, **22**, 427. Diese Zeitschr. **11**, 100.

) Fizeau, Compt. rend. 1869, **68, 1128

vorhergehende Seite aufweist, so scheinen*) sie fast dem Zufalle ihre Existenz zu verdanken; und trotzdem dürfen sie in einer so jungen Wissenschaft, wie die Molekularphysik es ist, nicht mit Stillschweigen übergangen werden. Sie können ja den Anstoss geben zu wirklich fruchtbringenden Forschungen, zur endgültigen Feststellung des herrschenden Gesetzes.

§ 20. **Relation der Ausdehnungscoefficienten zu den Krystallaxen des Schwefels und anderer Grundstoffe.** Das wichtigste Ergebniss der ganzen vorliegenden Untersuchung besteht in der Erkennung des Satzes, dass bei Grundstoffen ein multiples Verhältniss zwischen den Zahlen der Parameter und deren Increment, den Ausdehnungscoefficienten besteht. Dies Gesetz ergab sich bereits aus der Kenntniss der approximativen Werthe ${}''l_i^{21}$ (X.), und ich habe dasselbe auch mit diesen Zahlen bereits veröffentlicht**). Nur die wichtigsten Sätze dieser Publication werden hier in Kürze reassumirt und die definitiven Coefficient l_i^{21} (XIV.) in die Vergleichslisten eingeführt.

Schon in der Einleitung war hervorgehoben worden, dass krystallisirte Grundstoffe gegenüber den Verbindungen einfachere Relationen erwarten lassen, indem die chemische Differenz der axial verschieden gelagerten Elemente bei ersteren wegfällt und nur der atomistische Aufbau als einzige bestimmende Ursache des volumetrischen Verhältnisses gelten kann. Die an Verbindungen geprüfte Relation (XXXVI.)

$$m_i a_i \mathfrak{L}_i^{-1} = \text{const.}$$

wird sich deshalb vereinfachen. Wir erhalten auch thatsächlich

$$m_i a_i l_i^{-1} = \text{const.} \qquad \text{(XLIII.)}$$

als die, den bisherigen Beobachtungen adäquate Formel.

Nach (XI.) (XII.) (XIV.) gelten für prismatischen Schwefel die Zahlen:

$$10^4\, l_i^{21} = 0{,}71584 \;:\; 0{,}86039 \;:\; 0{,}21441$$
$$a_i^{21} = 0{,}427216 : 0{,}524945 : 1.$$

Das zwischen beiden Zahlenreihen bestehende Verhältniss wird erst dann ersichtlich, wenn man die zweite a_i^{21} mit dem gemeinschaftlichen Factor

---

*) Nach den Resultaten von § 19 und § 20 wäre $l_i = m_i\, a = n_i\, b_i\, D_i^x$, woraus natürlich $D_i^x\, b_i = r_i\, a_i$ folge. $m_i\, n_i\, r_i$ unbestimmte Multipla. Da aber das Dispersionsvermögen eine constante Zahl, die Coordinatenaxen nicht einfache Multipla einer Constanten sind, so ist jedenfalls die hier in § 19 angedeutete Relation nur das erste Glied einer Reihe, mittelst welcher die wahre Function dargestellt werden könnte. Interessant ist es aber doch, wenn man wahrnimmt, dass bei Schwefel thatsächlich $a_\alpha = 2\, b_\alpha\, D_\alpha^{-\frac{3}{2}}$ ist [0,427 = 2 (0,0216)]. Eine Krystallaxe und ein Ausdehnungscoëfficient l_c sind also bei Schwefel wirklich im allereinfachsten Ziffernverhältniss zur Dispersionsconstante.

) Wiedemann's Ann. d. Phys. 1886, **27, 316.

$n = \frac{86039}{524945}$ multiplicirt, dadurch erhalten wir die identen Verhältnisse:

$$a_i^{21} = 0{,}700211 : 0{,}86039 : 1{,}6390096$$
$$= 0{,}700211 : 0{,}86039 : 8 \times (0{,}20487)$$

und diese verglichen mit

$$\text{obigen } l_i^{21} = \mathit{0{,}713 : 0{,}860 : 0{,}214}$$

geben die Zahlen von m:

$$\mathbf{m_i = 1 \quad\quad 1 \quad\quad 8.}$$

Es stimmt somit der reducirte Werth der Coordinatenaxen mit dem der Ausdehnungscoefficienten überein und dieses reine Zahlenverhältniss ist darstellbar durch die Formel:

$$m_i l_i = n a_i,$$

woraus eben die Formel (XLIII.) unmittelbar folgt.

Würden wir bei Schwefel jene Pyramide p, welche jetzt immer als Grundpyramide dient und das Parametersystem bestimmt, mit einem andern Symbol bezeichnen, z. B. mit $8P = (881)$, so folge aus dieser Annahme das reducirte Axenverhältniss ${}^8a_i^{21}$ so wie der Factor m_i im Betrage:

$${}^8a_i^{21} = 0{,}70021 : 0{,}86039 : 0{,}20487$$
$${}^8\mathbf{m_i} = \quad \mathbf{1} \quad\quad \mathbf{1} \quad\quad \mathbf{1}$$
$$10^4 l_i^{21} = \mathit{0{,}71384 : 0{,}86059 : 0{,}21441.}$$

Wir erhielten das einfache Resultat: die Zahlen der Ausdehnungscoefficienten verhalten sich wie die Ziffern der Coordinatenaxen:

$$l_i = n a_i. \tag{XLIV.}$$

Die im obigen Vergleiche auftretenden Differenzen sind von keiner wesentlichen Bedeutung. Man muss sich nur die Schwierigkeiten vergegenwärtigen, welche die »absolut genauen« Bestimmungen der Dilatationscoefficienten hindern (vergl. S. 346 unten).

Das oben angeführte Gesetz (XLIII.) findet seine Bestätigung durch die Thatsache, dass es nicht bloss für Schwefel, sondern auch für Wismuth und Antimon bewiesen werden kann. Für diese zwei Grundstoffe entnehme ich den classischen Untersuchungen von Fizeau die Werthe ihrer Ausdehnungscoefficienten l_i.

Für Antimon gilt:

$$a_i = \quad 1 : 1 : 1 \quad : \quad 1{,}3068$$
$$= 0{,}882 \quad : \; : \; : \tfrac{2}{3}(1{,}7288)$$
$$10^5 l_i = \mathit{0{,}882} \quad : \; : \; : \quad \mathit{1{,}692}$$
$$\mathbf{m_i = \quad 1 \quad : 1 : 1 \quad :} \; \tfrac{2}{3}.$$

Auch hier würde $m_i = 1 : 1 : 1 : 1$ werden, wenn wir das Grundrhomboëder des Antimon mit dem Symbol $\frac{2}{3}R$ bezeichnen würden.

Wismuth hat das Parameterverhältniss

$$a_i = 1 : 1 : 1 : 1{,}3035$$
$$= 0{,}1208 : \; : \; : 0{,}1574$$
$$10^4 l_i = 0{,}1208 : \; : \; : 0{,}1621$$
$$m_i = 1 : 1 : 1 : 1$$

Bei Wismuth ist bereits für das bisherige Grundrhomboëder der Satz geltend, dass die Zahlen für die Ausdehnungscoëfficienten und die Krystallaxen in einem einfachen multiplen Verhältnisse stehen.

Man könnte die Einwendung machen, dass diese Concordanz durch die Wahl der Temperatureinheit und der Beobachtungstemperatur in das Resultat hineingetragen sei. Die Ausdehnungscoëfficienten würden wohl bei Wahl einer anderen Thermometertheilung andere Werthe erhalten, allein es würde sich nur um die Einführung eines Umwandlungsfactors handeln. Diesen könnten wir auch an dem Verhältniss der Coordinatenaxen anbringen und hierdurch neuerdings die Concordanz herstellen. Wichtiger ist der Einwand, welcher sich auf die beliebige Wahl der Vergleichstemperatur stützt. Thatsächlich ändert sich mit Δt der Ausdehnungscoëfficient und mit diesem wieder die Parameter. Ueber die Verhältnisse in der Nähe des Schmelzpunktes ein Urtheil abzugeben, ist wohl verfrüht. Für mässige Incremente der Wärme und gewöhnliche Beobachtungstemperatur ist aber Folgendes zu berücksichtigen. Die thermische Variation lässt jedenfalls die beiden ersten Decimalstellen von a_i unverändert. Die Ausdehnungscoëfficienten selbst ändern sich aber (vergl. XXVIII.) nahezu proportional ihren eigenen Werthen. Deshalb bleibt im Wesentlichen — innerhalb der zulässigen Fehlergrenzen und mit Beschränkung auf die untersuchten Substanzen — auch bei Variation der Vergleichstemperatur obige Proportionalität von a_i l_i in erster Annäherung erhalten.

Alle diese Erörterungen rechtfertigen die Eingangs aufgestellte Theorie. Sie beweisen, dass dieselbe Ursache, welche dem Grundstoffe Schwefel die morphologische Verschiedenheit nach den Coordinaten des Raumes verleiht, auch massgebend ist für dessen axiale Dilatation.

Mineralogisches Museum der Universität Wien, 29. Juli 1886.

Inhalt.

Einleitung (S. 321).

I. Directe Volumsbestimmungen.

§ 1. Hydrostatische Wägungen (S. 323).

§ 2. Mikroskopische Messung der linearen Dilatation (S. 325).

II. Goniometrische Messung der angularen Veränderungen. Ermittlung der drei Ausdehnungscoëfficienten für $t_m = 21^{\circ}\!,25$ C.

§ 3. Liste der directen Beobachtungen (S. 329).

§ 4. Die Beobachtungen, reducirt auf die Rechnungstemperaturen 12° 30° C. (S. 333).

§ 5. Approximative Bestimmung der Ausdehnungscoëfficienten (S. 335).

§ 6. Definitive Berechnung der Ausdehnungscoëfficienten für $t_m = 21^{\circ}\!,252$ (S. 337).

III. Variation der Ausdehnungscoëfficienten bei geänderter Beobachtungstemperatur.

§ 7. Goniometrische Messung des Winkelgefälles (S. 339).

§ 8. Reducirte Beobachtungen für die Rechnungstemperaturen 12° 30° C. (S. 340).

§ 9. Approximativer Werth der drei Ausdehnungscoëfficienten für $t_m = 17^{\circ}\!,96$ (S. 341).

§ 10. Definitives Parametersystem c_i^{30} für die mittlere Beobachtungstemperatur $t_m = 17^{\circ}\!,96$ (S. 343).

§ 11. Ableitung der Ausdehnungscoëfficienten $l_i^{17,96}$ (S. 345).

§ 12. Variation der axialen Ausdehnungscoëfficienten l_i von Schwefel (S. 347).

IV. Ueber die absoluten Winkelwerthe, mit Rücksicht auf die Discordanzen an künstlichen Schwefelkrystallen.

§ 13. Genauigkeit des Parametersystems a_i^{12}. Vergleich der Winkel vom Truscawice-Krystall mit den Angaben früherer Autoren (S. 351).

§ 14. Die Gestalt der künstlichen Krystalle von prismatischem Schwefel (S. 354).

V. Materialien zur Lehre der Ausdehnungscoëfficienten.

§ 15. Die bekannten Relationen zwischen Atomgewicht, Dichte, mittlerem Ausdehnungscoëfficienten, geprüft an den Grundstoffen Schwefel, Selen, Tellur (S. 358).

§ 16. Analoge und antiloge Dilatation. Molekularcohäsion, Atomdilatation (S. 360).

§ 17. Verhältniss des Dilatationsmodulus zu den Krystallaxen bei Verbindungen (S. 365).

§ 18. Berechnung der Dilatationscoëfficienten aus den bekannten Werthen der Krystallaxen bei Verbindungen (S. 368).

§ 19. Relation zwischen Ausdehnung und Dispersion bei den Grundstoffen: Schwefel, Diamant (S. 371).

§ 20. Relation der Ausdehnungscoëfficienten zu den Krystallaxen des Schwefels und anderer Grundstoffe (S. 373).

XXIX. Mikrophysikalische Untersuchungen.

Von

O. Lehmann in Aachen.

Dimorphie des Monojodchinolin. $C_9 H_6 JN$.

La Coste, Ber. d. d. chem. Ges. 1885, **18**, 780.

Bei sehr rascher Abkühlung des Schmelzflusses, d. h. wenn das mit einem gewöhnlichen flachen, dünnen Deckglas bedeckte Präparat mit dem Deckglas nach unten auf kaltes Quecksilber aufgelegt wird, entsteht zunächst eine in massigen, nicht näher bestimmbaren Krystallen auftretende labile Modification. Bald bilden sich neben derselben da und dort sphärolithische Aggregate der stabilen Modification, von welchen, so lange das Präparat noch warm ist, die labilen Krystalle rasch aufgezehrt werden. Bei gewöhnlicher Temperatur kommt die Umwandlung zum Stillstand, setzt sich aber alsbald wieder fort, sobald man erwärmt. Die Differenz der Schmelzpunkte beider Modificationen ist sehr beträchtlich, das Krystallsystem der stabilen Modification ist monosymmetrisch. Zuerst, d. h. in heisser Lösung, sind die Formen kurze Prismen mit Basis (Schiefe 64°). Eine der Hauptschwingungsrichtungen für einen auf dem Klinopinakoid liegenden Krystall ist der Basis nahezu parallel. Später tritt zu der Basis ein hinteres, sehr steiles Hemidoma (Winkel mit der Verticalaxe 18°). Letzteres verdrängt bald die Basis, während das Prisma sich rasch immer mehr verlängert. Zuletzt erscheint gewöhnlich noch das Orthopinakoid.

Dimorphie des Jodchinolinmethylchlorid. $C_9 H_6 JN . CH_3 Cl$.

La Coste, l. c.

Aus heisser, wässeriger Lösung werden gewöhnlich zuerst labile nadelförmige Krystalle erhalten, die dem rhombischen System anzugehören scheinen (Form: Prisma, ein Pinakoid und ein Doma, letzteres einen Winkel von 113° bildend).

Allmählich, namentlich aber bei wiederholtem schwachem Erwärmen oder beim Zerreiben werden diese Krystalle aufgezehrt von der stabilen,

wasserhaltigen Modification. Letztere krystallisirt asymmetrisch in einfachen Formen, einem monosymmetrischen Prisma (Winkel 42⁰) mit Basis (Schiefe 73⁰) gleichend. Zu diesen Flächen tritt dann eine, die scharfe Kante des Prismas unsymmetrisch abstumpfende Pinakoidfläche, welche mit der einen Prismenfläche einen Winkel von 103⁰ bildet. Später erscheinen noch zwei schmale weitere Flächen, welche die Kanten der Basis mit der eben genannten Fläche und einer der Prismenflächen abstumpfen. Die Hauptschwingungsrichtungen für einen auf der Basis liegenden Krystall liegen so, dass die eine derselben mit derjenigen Prismenfläche, welche mit der Pinakoidfläche den Winkel 103⁰ bildet, um 24⁰, gegen die andere also um 18⁰ geneigt ist. Für einen Krystall, welcher auf der scheinbaren Symmetrieebene liegt, sind die Hauptschwingungsrichtungen so gerichtet, dass eine derselben mit der Basis einen Winkel von 47⁰ bildet.

Dimorphie der Terpentetrabromide.

Wallach, Lieb. Ann. d. Chem. **225**, 318 und **227**, 278.

Diese drei Körper, unterschieden als Limonentetrabromid (I), Dipententetrabromid (II) und »Drittes« Terpentetrabromid (III), verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. C. Hintze in Bonn, welcher dieselben krystallographisch bestimmt hatte (vgl. diese Zeitschr. **10**, S. 252, 1885) und Aufklärung darüber wünschte, ob dieselben als chemisch oder physikalisch isomer zu betrachten seien. Wenn auch eine ganz scharfe Trennung von chemischer und physikalischer Isomerie zur Zeit nicht möglich, vielleicht als auf falschen theoretischen Anschauungen beruhend, überhaupt unzulässig ist, so fordert dennoch die praktische Durchführung der chemischen Structurtheorie eine solche Sonderung, und dieselbe erscheint auch auf Grund der Thatsachen insofern wohl berechtigt, als die Fälle der sog. physikalischen Isomerie mit sehr wenigen Ausnahmen ausserordentliche Aehnlichkeit zeigen und sich ganz scharf in zwei Gruppen eintheilen lassen, die ich, an die theoretischen Anschauungen erinnernd, als physikalisch polymere und metamere unterschieden habe. Das Gemeinsame aller Fälle beruht darin, dass die beiden Modificationen einfach durch Temperaturänderungen im festen Zustande ineinander übergeführt werden können und zwar im einen Falle in gleicher Weise im einen und andern Sinne, im andern nur in einen Sinne direct, im entgegengesetzten nur unter vorheriger Ueberführung in den flüssigen Zustand. Ausserdem haben sie das gemeinsam, dass sie sich in das System der Structurtheorie nicht oder nur sehr gezwungen einfügen lassen. Ein solches Zusammentreffen gleichartiger Eigenschaften weist stets auf einen tieferen Grund hin und es erscheint deshalb durchaus zulässig, von einer physikalischen Isomerie im Gegensatze zur chemischen zu sprechen, selbst wenn man die Hypothesen, welche der Benennung zu

Grunde liegen, nicht acceptiren will, sei es, dass man auf solche überhaupt verzichten oder andere an deren Stelle setzen wollte.

Die fraglichen Körper würden somit als physikalisch isomere zu bezeichnen sein, wenn sie sich ohne andere Mittel als Temperaturänderungen ineinander überführen lassen und zwar unter denjenigen Erscheinungen, die ich bereits mehrfach früher als für physikalisch isomere Körper charakteristisch ermittelt und bündig zusammengestellt habe*).

Es hat sich nun gezeigt, dass keiner der drei Körper sich in einen der andern überführen liess, so dass also die Isomerie derselben als chemische aufzufassen ist, wie es auch schon Herr Wallach von chemischem Standpunkte aus angenommen hatte.

Bei dieser Untersuchung stellte sich nun aber weiter heraus, dass zwei dieser Körper, nämlich I und III, je zwei physikalisch isomere Modificationen besitzen und zwar physikalisch metamere, die alle von einander durchaus verschieden sind, so dass sie selbst aus gemengten Schmelzflüssen deutlich von einander getrennt erhalten werden. Wird der Schmelzfluss von Limonentetrabromid rasch abgekühlt, so erstarrt er allmählich in Form grosser Sphärolithen, der labilen Modification. Erwärmt man ein so erstarrtes Präparat abermals, aber nicht bis zum Schmelzen, so zeigen sich alsbald da und dort in der Masse Kryställchen der gewöhnlichen stabilen Modification, welche nach und nach die Sphärolithen völlig aufzehren.

Aus dem Schmelzfluss des dritten Terpentetrabromids bilden sich beim Erstarren zunächt grosse blätterige Krystalle (wohl identisch mit den gewöhnlichen, gemessenen), die nur langsam wachsen, die labile Modification. Allmählich setzen sich daran in regelmässiger Stellung feine Nadeln der stabilen Modification, welche sich zu einem dichten, nur bräunlich durchscheinenden Gewirre verfilzen. Da, wo sie isolirt in der Flüssigkeit erscheinen, bilden sie schöne, stark lichtbrechende Sphärolithen. Die Differenz der Schmelzpunkte beider Modificationen ist ausserordentlich beträchtlich. Die von Herrn C. Hintze gemessenen Krystalle gingen im Laufe der Zeit ganz von selbst ebenfalls in diese stabile Modification über und wurden deshalb undurchsichtig.

Dass dieselben, in den Schmelzfluss eingebracht, zu Nadeln auswuchsen, wie ich früher**) beobachtete, beruht somit ebenfalls darauf, dass sie sich beim Erwärmen sehr rasch umwandeln.

Dimorphie von α-Naphtylaminsulfosaurem Natrium.

$C_{10}H_6.NH_2.SO_3Na + 4H_2O.$

Otto N. Witt, Ber. d. d. chem. Ges. 1886, **19**, 55.

Wie in der citirten Abhandlung des Herrn Dr. N. O. Witt näher aus-

*) Cf. O. L., Ber. d. d. chem. Ges. **17**, 1733.

) Diese Zeitschr. **10, 260.

geführt ist, existirten angeblich drei isomere α-Naphtylaminsulfosäuren, welche sich indess bei näherer Untersuchung als identisch erwiesen. Um den Beweis der Identität auch durch physikalische Untersuchungen zu erbringen, stellte Herr Dr. O. N. Witt schöne Krystalle des Natriumsalzes der Säure dar, welche auf Veranlassung von Herrn Prof. Groth durch die Herren Dr. Grünling und Vollhard gemessen und wirklich als identisch befunden wurden. Herr Dr. O. N. Witt hatte die Freundlichkeit, auch mir diese Krystalle zur Untersuchung zu übersenden, um dieselben ausserdem mikrokrystallographisch zu untersuchen, was besonders deshalb von Interesse schien, da eine der Substanzen auch in einer anders krystallisirenden labilen Modification erhalten worden war.

Ich fand zunächst, dass das Verhalten der drei Substanzen während der Krystallisation ein durchaus analoges war, sowie auch keine Differenz der Formen erkannt werden konnte.

Wurde ein Fragment eines der Krystalle in die übersättigte Lösung eines der anders dargestellten eingeführt, so wuchs es unverändert weiter, was als sicherster Beweis der Identität betrachtet werden kann. Wurde recht viel Substanz bei möglichst hoher Temperatur aufgelöst, so bildeten sich bei der Krystallisation in gleicher Weise bei allen drei Präparaten zunächst grossblätterige labile Krystalle, die sehr bald ganz von selbst in die gewöhnliche stabile Modification sich umwandelten. Man sieht dabei plötzlich da und dort in dem Gewirre der blätterförmigen Krystalle scharf begrenzte, das Licht stärker brechende*) Tafeln von rhombischem Umriss entstehen, welche, einen Hof um sich bildend, sehr rasch die labilen Krystalle aufzehren. Die Erscheinung vollzieht sich mit solcher Präcision, dass das Präparat sich ausgezeichnet als Demonstrationsobject eignet, zumal bei dem hohen Krystallisationsvermögen der stabilen Modification, welches trotz der beträchtlichen Concentrationsstörungen in der Nähe der Krystalle, welche sich durch Schlierenbildung offenbaren, die Bildung von Skeletten fast unmöglich macht.

Eine Differenz der Schmelzpunkte konnte natürlich nicht constatirt werden, da die Substanz als wasserhaltige nicht unzersetzt schmilzt, doch lässt sich wenigstens die leichtere Löslichkeit der labilen Modification, wie in andern Fällen auch hier constatiren. Schmelzen und Lösen sind aber nach meiner Ansicht ihrem Wesen nach noch verwandte Vorgänge, nämlich das Schmelzen eine Lösung der festen Modification des Körpers in der flüssigen, wobei allerdings nur ein geringer Procentsatz der in Lösung übergegangenen festen Modification wirklich darin als solche erhalten bleibt, während der Rest in Moleküle der flüssigen zerfällt, ebenso wie beim Lösen eines wasserhaltigen Salzes anzunehmen ist, dass nur ein ge-

*) Es scheint eine allgemeine Eigenschaft zu sein, dass die stabilen Modificationen das Licht stärker brechen und vollkommenere Krystalle bilden.

ringer mit wachsender Verdünnung abnehmender Bruchtheil der aufgelösten Substanz als wasserhaltige in Lösung vorhanden ist.

Wird ein Krystall der stabilen Modification in gesättigter Lösung rasch möglichst hoch erhitzt, so zerfällt er in feine tafelförmige Kryställchen einer wasserärmeren oder wasserfreien Modification, welche in der Regel zu sphärolithischen Büscheln verzweigt auftreten. Sie zehren die ursprüngliche Substanz bei fortgesetztem Erwärmen rasch auf und wachsen trotz steigender Temperatur selbst dann noch weiter, wenn die ursprüngliche Substanz verschwunden ist, so dass man auf einen in der Lösung sich noch weiter abspielenden Dissociationsprocess schliessen muss, welcher lebhaft erinnert an die Verminderung der Löslichkeit mit steigender Temperatur beim wasserfreien schwefelsauren Natron. Lässt man die Temperatur übrigens über eine gewisse Grenze hinaus steigen, so verhalten sich die Krystalle wieder normal, d. h. die Wachsthumsgeschwindigkeit wird kleiner und kleiner, schliesslich Null und negativ, d. h. die Krystalle lösen sich wieder auf. Genau das Gleiche geschieht beim Abkühlen der Lösung unter die Bildungstemperatur der Krystalle, wobei aber die Beobachtung meistens dadurch gestört wird, dass sich in der Nähe Krystalle der labilen wasserhaltigen Substanz bilden, durch welche die wasserfreie dann sehr rasch aufgezehrt wird. Letztere wird dann wie erwähnt ebenso rasch durch die stabile aufgezehrt. Das Präparat kann somit zu gleicher Zeit zur Demonstration des »Aufzehrens« zwischen physikalisch isomeren Modificationen, wie zwischen Molekülverbindungen mit verschiedenem Wassergehalt dienen und somit sehr gut die nahe Beziehung zwischen beiden Erscheinungen veranschaulichen. Unbequem ist nur, dass die Dissociationstemperatur relativ hoch liegt und die labilen Krystalle andererseits bei objectiven Demonstrationen in Folge des kleinen Brechnungsexponenten nicht deutlich hervortreten, zudem auch durch die Wärme des elektrischen Lichtes in ihrer Ausbildung beeinträchtigt werden.

Ich verdanke Herrn Dr. N. O. Witt auch das isomere Salz, welches nur in einer Modification, dünnen Blättchen von rhombischem Umriss krystallisirt, deren Form sich nicht wohl näher bestimmen lässt. Wird eine kleine Menge der stabilen Modification des α-Salzes in die Mitte einer übersättigten Lösung des isomeren gebracht, erwärmt bis zum nahezu vollständigen Auflösen und nun wieder abgekühlt, so sieht man die übrig gebliebenen Fragmente der stabilen Modification des α-Salzes sich zunächst wieder zu vollkommenen Krystallen ergänzen; in dem Maasse aber, als sie in die Mischzone der beiden Lösungen hineinwachsen, wird die Begrenzung undeutlicher, die Tafeln schärfen sich ausserordentlich dünn messerartig zu und erhalten schliesslich stark gebogene Kanten oder gar völlig kreisförmigen Umriss und gleichmässig gewölbte Flächen, so dass sie sehr dünnen Linsen zu vergleichen sind. Letzteres gilt namentlich von den Kryställchen,

welche sich in der Mischzone in dem an dem isomeren Salz reicheren Theile neu bilden. Es liegt also hier eine auffallende Aenderung des Habitus vor, die möglicherweise durch eine Aufnahme des isomeren Salzes bedingt ist. Jedenfalls ist eine Anziehung der β-Verbindung durch die α-Krystalle deutlich zu erkennen, insofern bei fortschreitender Abkühlung sich an die in beschriebener Weise deformirten Krystalle Blättchen der β-Verbindung in regelmässiger Stellung (so dass die Diagonalen parallel sind) anlagern und rasch den Krystall überwuchern, wobei allerdings bald die regelmässige Orientirung, wohl durch Verzweigung der neu angesetzten Kryställchen, gestört wird. Neben den so überwucherten Krystallen des α-Salzes scheiden sich die der β-Verbindung in gewöhnlicher Form aus, sie sind somit nicht im Stande, merkliche Mengen von dem α-Salz in sich aufzunehmen, so wie Analoges auch in anderen Fällen der Bildung von Mischkrystallen schon beobachtet wurde.

Herr Dr. N. O. Witt erwähnt, dass das Salz der aus Naphtylamin und überschüssiger Schwefelsäure erhaltenen Säure zunächst in der labilen Modification auftritt, welche aber in diesem Falle nicht wie gewöhnlich sich rasch in die stabile verwandelt, sondern beständig ist. Erst durch mehrmaliges Umkrystallisiren wird sie ebenso labil, wie die in anderer Weise dargestellte Verbindung. Vermuthlich sind die so erhaltenen dauerhaften Blättchen der labilen Modification Mischkrystalle mit einem unbekannten Stoffe, welche durch das Umkrystallisiren allmählich entfernt wird. Es würde dies der allgemeinen Regel entsprechen, dass Mischkrystalle sich schwerer umwandeln, als solche der reinen Substanz.

Dimorphie des Para-Chlorchinolinbichromats.

$(C_9 H_6 Cl N)_2 \, Cr_2 O_7 N_2$.

Mein leider so früh verstorbener Freund La Coste fand, dass diese Substanz bei der Krystallisation aus erkaltender wässeriger Lösung in zwei Modificationen, gelben und rothgelben Nadeln auftritt, von welchen die letzteren in wesentlich grösseren Dimensionen sich ausbilden, als die ersteren. Eine chemische Differenz, auch Differenz des Krystallwassergehalts war nicht nachzuweisen, es blieb also nur übrig, physikalische Isomerie anzunehmen.

Eine Probe der Substanz, welche ich auf Veranlassung La Coste's darauf hin untersuchte, liess allerdings das Entstehen der beiden Modificationen erkennen, doch war es mir nicht möglich, eine directe Umwandlung im festen Zustande zu ermöglichen. Die gelben Nadeln sind ausserordentlich viel stabiler, als die rothgelben und der Schmelzfluss erstarrt leicht als amorphes Harz, aus welchem dann beim Wiedererwärmen sich nur die stabilen Krystalle ausscheiden. Bringt man absichtlich ein Fragment eines rothgelben Krystalls als Krystallisationserreger hinein, so wächst

dies zwar etwas weiter, bald aber bilden sich ringsumher die Sphärolithen der gelben Modification und machen das Wachsthum unmöglich. Die wässerige Lösung scheidet sich beim Abkühlen in eine substanzreiche und eine substanzarme Schicht, eine Erscheinung, die bei sehr vielen Substanzen bekannt ist und unter anderem zur Theorie der Schwefelglobuliten Veranlassung gegeben hat. In neuerer Zeit wurde sie von Alexejeff bei Salicylsäure neu entdeckt und als Bildung einer Lösung des festen und des flüssigen Körpers gedeutet, obschon sie sich auch bei Gemischen von reinen Flüssigkeiten zeigt, deren keine im festen Zustande bekannt ist. Mikroskopisch beobachtet, erscheint diese Schichtbildung bekanntlich als Tröpfchenbildung und man kann dabei ähnliche Erscheinungen sehen, wie sie bei Schwefelglobuliten mehrfach beschrieben wurden. In der wasserreichen Lösung wachsen die stabilen Krystalle in Form reichlich verzweigter und gekrümmter Nadeln, in der wasserarmen in Form sehr eigenthümlicher Sphärolithen, deren Bildung ein hübsches Demonstrationsobject bildet. Längs des Umfangs der sich bildenden Trichiten scheiden sich nämlich in ziemlich regelmässigen Intervallen Tröpfchen der wasserreicheren Lösung ab, so dass an diesen Stellen das Wachsthum bedeutend gehemmt ist und wesentlich nur zwischen den Tröpfchen stattfindet, welch' letztere von der wachsenden Krystallmasse fortgeschoben werden. Es entsteht so statt eines Sphärokrystalls ein Büschel dicker Strahlen, deren jeder selbst wieder aus vielfach verzweigten feinen Nadeln zusammengesetzt ist. In der wasserreichen Lösung kann man leicht auch das Fortwachsen der rothgelben Modification verfolgen, welche, wenn die Lösung dicht mit Tröpfchen (Globuliten) erfüllt ist, sehr schöne weitausgedehnte Höfe um sich bildet.

Dimorphie des chlorsauren Silbers und Mischkrystalle desselben mit chlorsaurem Natrium und Kalium.

Die Untersuchung dieser Krystallisationen führte ich auf Veranlassung von Prof. Dr. Arzruni aus, dem ich auch die Präparate verdanke, die von Herrn Rammelsberg dargestellt wurden. Da das chlorsaure Silber bis jetzt nur in tetragonalen Formen beobachtet war, chlorsaures Natron in regulären, chlorsaures Kali in monosymmetrischen, und wenigstens die beiden ersten Substanzen von Herrn Rammelsberg in Mischkrystallen erhalten worden waren, so lag die Vermuthung einer Di- (oder Tri-) morphie, wenigstens eines der drei Körper vor. In der That gelang es mir leicht, eine solche bei chlorsaurem Silber nachzuweisen. Schon aus heisser wässeriger Lösung krystallisirt dasselbe in grossen, einem Würfel entsprechenden Skeletten des regulären Systems, und erst allmählich bilden sich neben diesen die tetragonalen Krystalle, welche die erstgebildeten regulären sehr rasch aufzehren. Gleiches beobachtet man, wenn auch schwie-

riger, beim Schmelzfluss; das erstentstandene Erstarrungsproduct ist regulär und wandelt sich dann spontan in das tetragonale um und zwar bei einer bestimmten Umwandlungstemperatur, so dass also die Substanz den physikalisch polymeren beizuzählen wäre. Die Beobachtung der Umwandlung ist schwierig bei Berührung der beiden festen Modificationen in Lösung, wobei die Umwandlungstemperatur nicht erreicht werden kann, findet stets Umwandlung der regulären in die tetragonale statt und zwar nicht direct in der festen Masse, sondern unter Vermittelung des Lösungsmittels.

Wird in die Mitte der heissgesättigten Lösung des chlorsauren Silbers etwas chlorsaures Natron eingetragen und abermals erwärmt bis zur Auflösung desselben, so scheiden sich im Centrum die Krystalle des reinen chlorsauren Natrons aus, ringsherum Mischkrystalle in verschiedenen Verhältnissen und am Rande Krystalle des reinen chlorsauren Silbers in beiden Modificationen. Während das chlorsaure Natron nur in Würfeln erscheint, sieht man dagegen die silberreicheren Mischkrystalle in beiden Modificationen auftreten, und zwar sind die regulären in der Nähe der tetragonalen etwas stabiler als die regulären der reinen Silberverbindung, wie dies der allgemeinen Regel entspricht, allmählich werden sie aber nichtsdestoweniger corrodirt und langsam aufgezehrt. Die nur wenig Silber-haltigen Mischkrystalle zeigen deutlich ausgeprägten schichtenartigen Aufbau, welcher einigermassen an die bekannte Structur von Stärkekörnern erinnert und auf wechselnden Silbergehalt zurückzuführen ist. Merkwürdig sind die, wie auch bei andern Mischkrystallen auftretenden Diagonalen, welche hier besonders intensiv hervortreten und wohl dadurch bedingt sind, dass sich bei dem raschen Wachsen der Krystalle an den Ecken weniger Silbersalz einlagert, als auf den Flächen, so dass längs den den Ecken entsprechenden Wachsthumslinien der Brechungsexponent ein etwas anderer ist, als in der übrigen Masse.

Bringt man in die heissgesättigte Lösung des chlorsauren Silbers in die Mitte etwas chlorsaures Kali, erhitzt bis zum Auflösen desselben und lässt abkühlen, so scheiden sich ganz entsprechend Mischkrystalle und reine Krystalle des Silber- und des Kalisalzes ab. Die reinen Krystalle des chlorsauren Kali erscheinen in den bekannten Tafeln mit rhombischem Umriss, die wenig Silber enthaltenden Mischkrystalle in Krystallen von gleicher Form, aber etwas geändertem Habitus, die silberreicheren in der tetragonalen und regulären Form ebenso wie die des Natronsalzes. Die rhombischen Mischkrystalle scheiden sich wesentlich früher aus als die übrigen, sind also weniger löslich, werden aber beim Erscheinen der tetragonalen Krystalle an der Oberfläche corrodirt und von denselben wenigstens theilweise langsam aufgezehrt. Die in noch heisser Lösung ausgeschiedenen tetragonalen Krystalle, welche auf der Basis liegen, sind zuweilen bis zur Undurchsichtigkeit trübe und unvollkommen begrenzt, wachsen aber all-

mählich klar weiter und bekommen ebenso vollkommene Flächen wie die reinen Silbersalzkrystalle. Beim Wiederauflösen derselben durch Erwärmen bleibt ein etwas schwerer lösliches Pulver zurück, welches muthmasslich aus den die Trübung bedingenden kalireicheren Theilchen besteht.

Dimorphie der Cinnamenylacrylsäure.*)

$$C_6H_5 - CH = CH - CH = CH - COOH.$$

Jahresb. üb. d. F. d. Chem. 1877, 791.

Aus dem Schmelzfluss bildet sich zunächst ein dichtes Gewirr von grossblättrigen Krystallen, welche sich zu einer lückenlosen Masse zusammenfügen, die aber alsbald in eigenthümlicher Weise breite klaffende Risse erhält, welche nicht im mindesten von der Orientirung der einzelnen Krystalle abhängen, sondern an das Zerspringen einer amorphen Masse, etwa das Eintrocknen einer Schicht von arabischem Gummi erinnern. Obschon die so entstandenen Krystalle die labile Modification der Substanz bilden, scheinen sie sich doch unverändert lange halten zu können. Erst beim Erwärmen sieht man plötzlich an einem Punkte in der Masse, gewöhnlich am Rande, oft erst nach mehrmaligem Versuchen die stabile, in nadelförmigen Krystallen auftretende Modification sich bilden, welche bei gewöhnlicher Temperatur kaum merklich, bei höherer dagegen ungemein rapid die labile aufzehrt, oft so schnell, dass es kaum möglich ist, der Erscheinung durch Verschieben des Objectträgers deutlich zu folgen. Nur mit besonderer Vorsicht kann man die Erhitzung so weit treiben, dass es möglich wird, beide Modificationen gleichzeitig schmelzen zu sehen, wobei sich dann zeigt, dass die labile Modification der allgemeinen Regel entsprechend früher schmilzt als die stabile. Aus der Lösung in Xylol wurde nur die stabile Modification in Form gut ausgebildeter sechsseitiger Tafeln erhalten.

Dimorphie von Carbostyril. $C_6H_4 \begin{matrix} - CH = CH \\ \qquad | \\ - \; N = C - OH. \end{matrix}$

Ber. d. d. chem. G. 1880, **13**, 2070.

Geschmolzen und unter Quecksilber rasch abgekühlt erstarrt die Substanz zum grossen Theile glasig oder richtiger harzartig zähe. In dieser amorphen Masse sieht man bald, namentlich bei schwachem Erwärmen, zweierlei Sphärolithen auftreten, deren Verschiedenheit am auffälligsten in der Structur hervortritt, insofern die einen, die labilen, wesentlich grobstrahliger erscheinen als die stabilen. Befinden sich zwei derartige Sphärolithen in Berührung, so wird sehr rasch der grobstrahlige von dem

*) Dieses, sowie die vier folgenden Präparate verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. Einhorn in Aachen.

feinstrahligen aufgezehrt, d. h. in die stabile Modification verwandelt und zwar so rasch, dass es mir bis jetzt nicht gelang, die Temperatur beider bis zum Schmelzen zu steigern, um eine zu vermuthende Differenz der Schmelzpunkte zu constatiren. Erhitzt man die glasige Masse sehr rasch, so erfüllt sie sich mit zahllosen sehr kleinen Sphärolithen, welche sich der näheren Beobachtung entziehen.

Aus der heissen wässerigen Lösung entstehen nebeneinander zwei Arten von Nadeln, von welchen die einen (dünneren) da, wo sie sich den anderen nähern, oberflächlich angegriffen werden und sich beim Erwärmen auflösen, also der labilen Modification angehören, während die anderen stabilen gleichzeitig weiter wachsen und sie schliesslich derart völlig verdrängen. Erwärmt man stark, so geht dieses Aufzehren ungemein rasch von statten.

Die labilen Krystalle erscheinen häufig in Form ungemein feiner Trichiten, welche die bekannten Eigenschaften solcher zeigen. Besonders interessant gestalten sich aber diese bei der Krystallisation aus Xylol, dem etwas Wasser beigemischt ist. Sie nehmen hier die Form dünner Streifen an, welche sich vielmals um die Längsrichtung drehen, so wie ein Band, welches man an beiden Enden fasst und nun mehrmals tordirt. Manche dieser tordirten Krystalle sind sehr dauerhaft und halten sich lange Zeit, andere bekommen beim Dickerwerden Risse und verzweigen sich an denselben, so wie ich dies früher schon mehrfach, z. B. bei doppeltchromsaurem Kali, beobachtet und beschrieben habe. Neben diesen Trichiten der labilen Modification scheidet sich aus der Lösung in Xylol die stabile Modification in Form kurzer dicker Prismen aus, deren Seitenflächen sehr vollkommen und scharf sind, während dagegen die Endflächen (vermuthlich ein Doma) sich so unvollkommen ausbilden, dass man glauben könnte, nicht frei ausgebildete Krystalle, sondern Fragmente grösserer Nadeln vor sich zu haben, deren Bruchflächen nicht eben, sondern muschelig gewölbt und vielfach gezackt sind.

Dimorphie der Mandelsäure. $C_6H_5 - CHOH - COOH$.

Winckler, Ann. d. Ch. u. Ph. **18**, 310.

Dieselbe erscheint aus dem Schmelzfluss krystallisirend in rhombisch umgrenzten Blättchen, welche sich in dem Maasse, als die Temperatur sinkt, in Folge der zunehmenden Zähigkeit der Masse mehr und mehr verzweigen und schliesslich schöne Sphärolithen bilden. Beim Erwärmen tritt dann später die stabile nadelförmige Modification auf, welche die erst gebildeten Sphärolithen rasch aufzehrt. Dieselbe schmilzt bei erheblich höherer Temperatur als die labile. Aus Wasser scheidet sich die Substanz in grossen, gut ausgebildeten, rhombischen Tafeln aus, welche indess zuweilen trichitenartig

dünn auftreten und gerundete Umrisse annehmen, gebildet aus zwei, eine Art Zweieck bildenden Bögen, zu welchen gewöhnlich noch zwei kurze, die Spitzen abstumpfende gerade Linien hinzutreten. Ist die Lösung stark übersättigt, so erscheinen die Krystalle sphärolithisch verzweigt und wachsen sehr rasch unter eigenthümlichen Bewegungserscheinungen, welche wohl auf das die sphärolithische Verzweigung bedingende Zerspringen der neu entstehenden gekrümmten Blättchen zurückzuführen ist. Betrachtet man das Fortwachsen der Krystalle, so glaubt man da und dort Stücke aus der Masse herausspringen zu sehen, welche alsbald zu neuen Krystallisationscentren werden, doch findet wahrscheinlich keine thatsächliche Ablösung von Partikeln statt, sondern nur ein Aussenden sehr feiner Trichiten, welche erst bei der Verdickung und Verzweigung zu Sphärolithen deutlich sichtbar werden. Die labile Modification wurde aus Lösungen nicht erhalten. Bei der Krystallisation aus Xylol tritt im Hofe der Krystalle erst starke Schlierenbildung und alsbald Tröpfchenabscheidung ein, wie bei vielen anderen Substanzen, doch erscheint hier der Uebergang der Schlieren in Tröpfchen besonders deutlich.

Dimorphie von Benzoïn. $C_6H_5 - CHOH - CO - C_6H_5$.

Ann. d. Ch. u. Ph. **3**, 276.

Wird der Schmelzfluss durch Auflegen des Objectträgers auf eine kalte Metallplatte oder auf Quecksilber rasch abgekühlt, so tritt starke Ueberkühlung ein und erst ganz langsam und allmählich erscheinen Sphärokrystalle und zwar zweierlei Arten, grobstrahlige und feinstrahlige. Erstere sind (wie auch in analogen Fällen) die l a b i l e, die anderen die s t a b i l e Modification. Die beiden Arten Sphärolithen können zur Berührung kommen, ohne dass eine Umwandlung eintritt. Sobald man aber erwärmt, wachsen die stabilen Krystalle sehr rasch in die labilen hinein und zehren sie völlig auf, um so rapider, je stärker erwärmt wird. Nur mit Mühe gelingt es, die Temperatur so rasch zu steigern, um zu constatiren, dass die labile Modification wie gewöhnlich wesentlich niedriger schmilzt als die stabile. Nebenbei mag bemerkt werden, dass sich diese Substanz ganz besonders zur Demonstration der Sphärolithen eignet. Aus Lösungen wurde die labile Modification nicht erhalten.

Dimorphie der Phenylcrotonsäure. $C_6H_5 - CH = C \begin{matrix} - CH_3 \\ - COOH. \end{matrix}$

Jahresb. üb. d. F. d. Chem. 1877, 789.

Bei sehr rascher Abkühlung des Schmelzflusses unter Quecksilber oder unter Aufsprühen von Alkohol auf das Deckglas wurden zweierlei sphärolithische Krystallisationen erhalten, von welchen die eine, die l a b i l e, ganz

langsam schon bei gewöhnlicher Temperatur, sehr rasch beim Erwärmen von der stabilen aufgezehrt wurde. Auch hier gelingt es nur schwierig, doch mit aller Sicherheit zu constatiren, dass die labile Modification wesentlich leichter schmilzt als die stabile. Aus Lösungen krystallisirte nur die stabile.

Optische Erscheinungen in gepresstem Kautschuk.

Kautschuk wird bekanntlich, wie viele andere organische Materien, durch Zug oder Druck sehr leicht doppeltbrechend. Man kann dies z. B. sehr schön dann sehen, wenn man ein von einer dünnen Kautschukplatte, sog. Patentgummi, abgeschnittenes Band zwischen gekreuzte Nicols bringt und dehnt. Liegt dasselbe unter 45° gegen die Hauptschnitte, so sieht man dasselbe sich alsbald aufhellen. Benutzt man gleichzeitig ein Glimmerblättchen mit dem Roth I. O., um den Sinn der Doppelbrechung zu erkennen, so wird dasselbe in der einen Lage blau, in der andern gelb.

Bringt man ein viereckiges Stückchen von solchem Kautschuk in ein sog. Compressorium*), wie sich dessen die Zoologen bei mikroskopischen Untersuchungen bedienen, so dass die Diagonalen des Quadrats den Schwingungsrichtungen der Nicols parallel sind, so erscheinen diese als schwarzes Kreuz, während (bei Einschaltung des Glimmerblättchens) je zwei gegenüberliegende Quadranten blau, die anderen gelb werden. Bei grösseren Drucken vergrössert sich natürlich auch der Farbenreichthum. Ausserdem sieht man aber auf den Diagonalen in einiger Entfernung von den Ecken neue Spannungscentra auftreten, in deren Nähe sie die Erscheinungen (Kreuzbildung etc.) wiederholen, so dass die Vertheilung der Spannungen offenbar eine ziemlich complicirte ist. Ein Versuch, dieselben durch Bestimmung der Schwingungsrichtungen an allen Punkten der Platte zu ermitteln, führte ohne Weiteres nicht zum Ziele, da an vielen Stellen das Licht überhaupt nicht ausgelöscht wird, also die Platte als elliptisch polarisirtes verlässt, ähnlich wie bei Combinationen übereinandergeschichteter Krystallblättchen, wohl aber gelang es, die Ursache dieser complicirten Erscheinungen zu ermitteln. Sie beruht nämlich einzig in dem Anhaften der Grenzflächen des Kautschuks an den Glasplatten, zwischen welchen er gepresst wird. Bestreicht man diese zuvor mit starkem Seifenwasser, so dass die Reibung möglichst verringert wird, so bleibt die Platte beim Pressen, ausgenommen eine ganz schmale Randzone, in allen Stellungen dunkel, d. h. sie wird optisch einaxig ähnlich, wie dies von gepressten runden Gelatineplättchen bereits bekannt ist.

*) Ich benutzte ein älteres Merz'sches Compressorium.

Mischkrystalle von Salmiak mit Roseokobaltchlorid.

Wird einer heissgesättigten Salmiaklösung etwas Roseokobaltchlorid zugesetzt, so zeigt sich mikroskopisch beobachtet die Krystallisation beim Abkühlen wesentlich gestört. Die sonst regelmässig gebildeten, mit stetig gewölbten Flächen begrenzten, kantenlosen Skelette werden sehr unregelmässig und lassen allenthalben scharfe Ecken und Kanten hervortreten, ohne dass es indess zur Bildung deutlich erkennbarer vollkommener Krystalle käme. Aehnliches beobachtet man, wenn man eine grössere Quantität der Lösung der Abkühlung überlässt. Es bilden sich Skelette, deren Spitzen in scharfkantige, spitze Rhomboëder mit schmalen Abstumpfungen der Polkanten auslaufen und welche ausserdem nicht farblos wie die reinen Salmiakkrystalle, sondern deutlich rosa gefärbt sind. Dieselbe Lösung scheidet nach längerer Zeit beim allmählichen Verdunsten ziemlich grosse, intensiv rosenroth gefärbte Würfel ab, die jedoch nur solange sie noch sehr klein sind einigermassen regelmässige Begrenzung haben, dann aber alsbald nach der Richtung einer Diagonale sich unverhältnissmässig verlängern und so zu mehr oder minder schiefen Parallelepipeden mit sehr unregelmässig gewölbten und ausgehöhlten Flächen auswachsen, selbst wenn man dieselben mit möglichster Vorsicht zu züchten versucht. Die Erhöhungen, durch deren ungleiche Grösse wesentlich die Verzerrungen der Krystalle bedingt sind, scheinen von den vierkantigen Ecken eines würfelähnlichen Ikositetraëders gebildet zu werden, besitzen aber stets sehr gerundete Kanten. Am meisten ähneln diese Gebilde den bekannten »zerfressenen« Quarzen gewisser Schweizer Fundorte. Die Färbung ist eine recht gleichmässige, die Krystalle sind schön durchsichtig, und weder mit freiem Auge noch unter dem Mikroskop lässt sich eine Einlagerung erkennen.

Mischkrystalle von salpetersaurem Ammoniak mit salpetersaurem Roseokobaltoxyd.

Setzt man zu einer heissen, sehr concentrirten Lösung von salpetersaurem Ammoniak das Roseokobaltsalz, so krystallisiren beim Abkühlen die reguläre, sowie die beiden rhombischen Modificationen des salpetersauren Ammoniaks unverändert aus, die einaxige (rhomboëdrische oder tetragonale?) dagegen zeigt ganz wesentlich geänderten Habitus. Während sie sonst in Form zierlicher Skelette erscheint, welche einigermassen an die Skelette von Salmiak erinnern, bildet sie nun sehr grosse dünne Blätter, deren Umrisse so unregelmässig und in Folge der geringen Dicke schwach sichtbar sind, dass eine nähere Bestimmung der Form ganz unmöglich wird. Vermuthlich findet auch hier eine Beimischung des Roseokobaltsalzes statt, doch sind die Blättchen zu dünn, um eine solche an der Färbung zu erkennen.

Ueber Zwillingsbildung durch Wärme.

In Folge der Arbeiten des Herrn Mallard hört man nicht selten von künstlicher Zwillingsbildung durch Wärme sprechen in gleichem Sinne, wie man von einer künstlichen Bildung von Zwillingen durch Druck spricht. Obschon ich im Laufe der Zeit sehr vielfache Gelegenheit hatte, das Verhalten der Krystalle beim Erwärmen zu untersuchen, ist mir ein derartiger Fall, namentlich das Verschieben einer Zwillingsgrenze durch Erwärmen nicht begegnet, ja ich halte dies schon a priori für ganz unmöglich. Man denke sich einen modellartigen Zwilling, dessen beide Individuen durchaus gleich beschaffen sind und denke sich diesen erwärmt. Nach welcher Seite wird sich die Grenze verschieben? Man muss sich sofort sagen, sie wird stehen bleiben, denn beide Theile sind symmetrisch; man könnte gar nicht angeben, nach welcher Seite die Verschiebung eintritt. Wenn es aber in diesem Falle unmöglich ist, so ist es natürlich überhaupt unmöglich. Wohl kann vielleicht durch einseitige Erwärmung, indem dadurch Spannungen hervorgerufen werden, oder auch durch Erwärmen von Krystallen, in welchen bereits Spannungen vorhanden sind, solche Zwillingsbildung hervorgerufen werden, dieselbe ist aber dann nicht direct Folge der Wärme, sondern Folge von Zug oder Druck.

Wenn man nichtsdestoweniger eine solche Zwillingsgrenze bei gleichmässiger Erwärmung sich verschieben zu sehen geglaubt hat, so ist dies ein Irrthum, insofern nicht eine Zwillingsgrenze, sondern die Grenze zweier physikalisch isomeren Modificationen vorlag. Beobachtet man nach der Erwärmung eines Krystalls, dass derselbe in ein System regelmässig gruppirter Lamellen, Stäbchen und dergl. zerfallen ist, so weist dies nur darauf hin, dass er in eine physikalisch isomere Modification übergegangen ist, und man darf noch nicht einmal ohne Weiteres schliessen, dass die beobachtete regelmässige Gruppirung der neuen Kryställchen einer natürlichen Zwillingsstellung derselben entspricht, wie ich dies schon früher*) besonders hervorgehoben habe. Dieselbe kann dadurch bedingt sein, dass die neue Modification in regelmässiger Stellung gegen die frühere auftritt und bei letzterer (wie z. B. bei tetragonalen und hexagonalen Krystallen) zwei oder drei Richtungen ganz oder nahe gleich berechtigt sind, wenigstens hinsichtlich dieser Orientirung. Würde sich z. B. eine tetragonale Modification in eine asymmetrische verwandeln, so könnten die neuen Lamellen in genau rechtwinkligen Durchkreuzungen auftreten, ohne dass diese irgend einem möglichen Zwillingsgesetz der asymmetrischen Krystalle entsprechen.

---

*) Diese Zeitschr. 1877, **1**, 107.

Ueber künstliche Färbung von Krystallen.

Sowohl bei natürlichen Vorkommnissen wie bei künstlicher Herstellung von Krystallen beobachtet man häufig eine mehr oder minder intensive, durch fremde Körper bedingte Färbung. In manchen Fällen ist dieser fremde Körper deutlich nachweisbar unregelmässig als feiner Staub in den Krystall eingeschlossen, also von diesem während der Bildung umwachsen worden, in anderen Fällen handelt es sich um Mischkrystalle, entweder isomorpher oder nicht isomorpher Substanzen, wobei anzunehmen ist, dass die fremde Substanz in feinster Vertheilung regelmässig orientirt eingelagert ist. Es bleiben nun aber noch eine Reihe von Fällen, wo letzteres nicht wohl anzunehmen ist und doch eine Einlagerung in Form unregelmässiger Einschlüsse nicht nachweisbar ist. Man pflegt diese letzteren dadurch zu erklären, dass die Vergrösserungskraft unserer Mikroskope nicht ausreicht, diese Einschlüsse zu erkennen. Es wäre sehr erwünscht, wenn es gelänge, diese Hypothese entweder besser als dies bis jetzt der Fall ist zu begründen oder zu widerlegen. Ich habe zu diesem Zwecke in neuerer Zeit mehrfache Färbungsversuche mit sehr intensiv gefärbten Anilinfarblösungen ausgeführt, ohne aber zu einem sicheren Resultat zu gelangen, namentlich nicht zu einem solchen, welches die Hypothese bestätigte. In allen Fällen schieden sich die Krystalle, soweit sie homogen waren, ganz rein aus den Farblösungen ab, einen dunkler gefärbten Hof um sich bildend, in welchem der Farbstoff beim Fortwachsen des Krystalls gewissermassen zusammengedrängt wurde. Schied er sich hier in Form kleiner Tröpfchen oder als fester Niederschlag aus, so wurde er häufig vom Krystall umwachsen und fand sich darin in grober Vertheilung eingeschlossen vor. In manchen Fällen wurde auch der Niederschlag zurückgeschoben und somit nicht aufgenommen. Eine gleichmässige Färbung wie bei Mischkrystallen habe ich bis jetzt nicht erhalten können. Es scheint, dass dies nur bei äusserst langsam sich bildenden Krystallen möglich ist, worin man, falls sich dies als Regel erwiese, ein Mittel hätte, Mischkrystalle und Krystalle mit unregelmässigen Einschlüssen zu unterscheiden. Bei den raschen, unter dem Mikroskop sich vollziehenden Bildungen würden etwa auftretende gleichmässig gefärbte Krystalle stets als Mischkrystalle zu deuten sein.

Ueber das Wachsthum der Krystalle.

Betrachtet man die Krystallisationskraft als Resultirende der an der Krystalloberfläche wirkenden Molekularkräfte, also vorzugsweise der Cohäsionskräfte der Krystalltheilchen selbst, so folgt, dass diese Kraft an Ecken und Kanten, mögen diese aus- oder einspringende sein, kleiner sein muss als mitten auf den Flächen. Es ist dies leicht zu erkennen, indem man sich einen angezogenen Punkt unmittelbar in der Ecke oder Kante be-

findlich denkt und um diesen eine Kugel beschreibt mit einem Radius gleich der grössten Entfernung, aus welcher die in Betracht kommenden Molekularkräfte noch wirksam sind, die sog. Wirkungssphäre. Befindet sich dieser Punkt z. B. an einer ausspringenden Ecke, so bildet der von der Wirkungssphäre ausgeschnittene Theil des Krystalls einen Kugelsector; befindet sich der Punkt dagegen auf einer ebenen Fläche, so ist dieser Theil eine Halbkugel, enthält also mehr anziehende Punkte als im ersten Fall und führt somit auch zu einer grösseren Resultirenden. Befindet sich der angezogene Punkt an einer einspringenden Ecke, so ist zwar die Quantität der von der Wirkungssphäre eingeschlossenen Krystallsubstanz grösser, als wenn er sich auf einer ebenen Fläche befände, denkt man sich aber von dieser Krystallsubstanz einen halbkugelförmigen Theil abgetrennt, so ist einleuchtend, dass der übrig bleibende Rest eine Resultante liefert, die in entgegengesetzter Richtung wirkt wie diejenige der Kräfte der Halbkugel, so dass also, wenn beide Theile zusammen wirken, die Gesammtkraft kleiner ausfällt, als wenn nur die Halbkugel vorhanden wäre, d. h. der Punkt sich auf einer ebenen Fläche befände. Man wird also hiernach annehmen müssen, dass das normale Krystallwachsthum immer auf den Flächen gleichmässig stattfindet. Nur in der Nähe der Ecken mag der Fall eintreten, dass dort die Kraft nicht zureicht, in gleicher Zeit ebensoviel Theilchen zur Ausscheidung zu bringen, wie auf den Flächen, so dass dort, da sich der Vorgang dann gleichmässig wiederholen wird, molekulare Treppenbildung eintritt, also eine neue Krystallfläche auftritt. Diese Ausbildung von Krystallflächen, den Habitus des Krystalls, wird man dadurch einigermassen abändern können, dass man die Natur des Lösungsmittels, sowie auch Temperatur und Schnelligkeit der Krystallisation ändert, insofern nämlich auch die Theilchen des Lösungsmittels etwas und zwar einen subtractiven Theil zu der als Krystallisationskraft erscheinenden Resultante beitragen, die beiden anderen Factoren aber deshalb muthmasslich von Wirkung sind, weil es sich nicht um ein statisches Problem, sondern um einen molekularen Bewegungsvorgang handelt. Das Auftreten sehr complicirter Krystallformen erklärt sich wohl grösstentheils durch wechselnde Bedingungen während der Krystallisation, namentlich wechselndes Wachsen und Wiederauflösen, die zeitlich nacheinander folgenden Wirkungen sieht man dann an dem fertigen Krystall nebeneinander als Combination vieler Flächen dauernd erhalten. Unter constanten Versuchsumständen gebildete Krystalle, wie sie bei mikroskopischen Versuchen entstehen, zeigen in der Regel sehr einfache Formen.

In grellem Widerspruch mit der obengemachten Annahme steht dagegen die Ausbildung der sog. Krystallskelette und Trichiten. Es bleibt, um diese zu erklären, nichts Anderes übrig, als die Krystallisationskraft als eine von den bekannten Molekularkräften wesentlich verschiedene Kraft

aufzufassen, welche nach ganz anderen Gesetzen wirkt und in tiefgehendster Weise durch geringe Aenderungen der Versuchsumstände beeinflusst wird, welche Auffassung aber durch Nichts gestützt wird, oder aber die genannten Anomalien in Diffusionsströmungen und Contactbewegungen in der umgebenden Lösung zu suchen, so wie ich dies in früheren Arbeiten näher dargelegt habe. Es wird hierdurch die Theorie des Krystallwachsthums wesentlich vereinfacht und vielleicht sogar einer mathematischen Behandlung zugänglich, immerhin aber bleiben noch manche Punkte zu erledigen, welche vorläufig der Theorie Schwierigkeiten bereiten.

So ist z. B. bekannt, dass namentlich rauhe oder spitzenbesetzte Körper vorzugsweise als Ansatzstellen für Krystallisationen dienen, also wesentlich leichter als glatte Flächen die Ausscheidung einer krystallisirbaren Substanz aus gesättigter Lösung hervorrufen. Es scheint diese Thatsache sehr zu Gunsten derjenigen Hypothese zu sprechen, welche die Attractionskraft vorzugsweise in die Spitzen verlegt, zumal da in diesem Falle von einer störenden Einwirkung von Diffusionsströmungen in der Lösung nicht die Rede sein kann, da eben vor dem Ansetzen der Krystalle an die Spitzen keine solche vorhanden sind. Ich glaube, diese Fälle indess nichtsdestoweniger auf störende Einflüsse zurückführen zu können und zwar in ähnlicher Weise, wie dies hinsichtlich der Entstehung der sog. Hauchbilder schon lange üblich ist. Ebenso wie die Condensation eines Dampfes an einer Fläche durch aufgelagerte dünne unsichtbare Gasschichten, welche selbst durch Abwaschen nicht entfernt werden, gehindert werden kann, so auch der ganz analoge Vorgang der Krystallisation. Diese Gasschichten werden an Spitzen in Folge der dort geringeren Attractionskraft sich minder dicht festsetzen und somit die Anlagerung einer krystallisirbaren Substanz weniger hindern, als an andern, namentlich ebenen, glatten Stellen. Sie werden sich ausserdem leichter abreiben und auch insofern die Krystallisation begünstigen, sowie ja in manchen Fällen Uebersättigung durch Reiben oder Ritzen der Gefässwand mit einem reinen Glasstabe beseitigt werden kann. Für Fett- und andere verunreinigende Schichten würde Aehnliches gelten. Es steht hiermit in Uebereinstimmung, dass man bei Krystallisationen von Gemengen von Stoffen, welche Schichtkrystalle bilden können, die Krystalle der sich später ausscheidenden Substanz sich in der Regel nicht vorzugsweise an die Spitzen der schon vorhandenen Krystalle ansetzen, und wo dies doch geschieht, wie z. B. bei Kupferchlorid mit wenig Salmiak, die in der Nähe der Krystalle geänderte Zusammensetzung der Lösung ausreichende Erklärung ermöglicht.

Uebrigens gilt der Satz nicht in der Allgemeinheit, wie es gewöhnlich angenommen wird, und sehr viele Beobachtungen dürften sich dadurch erkären, dass in den Poren der rauhen Körper krystallisationserregende Stäubchen gleicher oder anderer Substanzen eingelagert waren.

Eine andere Erscheinung, welche der Theorie Schwierigkeiten bereitet, ist die Bildung der Aetzfiguren. Die Thatsache, dass dieselben in unregelmässiger Vertheilung, z. B. nur an zwei Flächenpaaren eines Kalkspathrhomboëders, nicht oder nur undeutlich auf dem dritten auftreten, dass sie zuweilen bei einer Krystallisation sehr leicht zu erhalten sind, bei einer anderen schwierig, scheint darauf hinzuweisen, dass dieselben mit Structuranomalien zusammenhängen, wie solche als Krümmung bei Trichiten, Aufreissen und unregelmässige Hügelbildung auf Krystallflächen bekannt und wohl immer mit inneren Spannungen verbunden sind. Ich versuchte deshalb, ob sich nicht ein Einfluss der Spannung auf das Krystallwachsthum resp. die Auflösung beobachten liesse, was sich mikroskopisch z. B. in der Art ausführen lässt, dass man eine gebogene Krystallnadel weiterwachsen lässt. Da auf der convexen Seite die Materie gespannt, auf der concaven gedrückt ist, sollte man erwarten, dass Wachsthum oder Auflösung sich nicht gleichmässig vollziehen würden. Die bis jetzt ausgeführten Versuche ergaben indess ein negatives Resultat.

Dissociation des Magnesiumplatincyanürs.

Diese längst bekannte Erscheinung möge hier nur deshalb erwähnt werden, weil sie ein recht hübsches Demonstrationsobject der Zersetzung wasserhaltiger Salze in Lösung bildet. Die gewöhnlichen wasserreichen (7 aq) rothen Krystalle in gesättigter Lösung erhitzt, verwandeln sich in wässerärmere (5 aq) gelbe und bilden sich beim Abkühlen unter Aufzehrung der gelben wieder. Die Erscheinung erinnert, ähnlich wie die früher erwähnten Zersetzungen und Rückbildungen der wasserhaltigen Chlorüre von Eisen und Kobalt, an das Umsetzen einer physikalisch isomeren Modification in eine andere, verläuft aber wesentlich langsamer als die genannten und würde somit ein Analogon der sich schwierig vollziehenden Umwandlungen bilden. Bei noch stärkerem Erhitzen kann man das noch wasserärmere (2 aq) farblose Salz erhalten, namentlich aus mit Alkohol versetzter Lösung.

Die Lösung scheint vorzugsweise das gelbe und farblose Salz zu enthalten, da sie, soweit geringe Mengen erkennen lassen, fast farblos ist. Es steht damit in Uebereinstimmung, dass die rothen Krystalle sich nur sehr langsam ausscheiden und grosse Neigung zur Sphärolithenbildung besitzen, was immer auf geringe Löslichkeit hinweist.

Anilin-Kobaltchlorür.

Bringt man ein Tröpfchen Anilin mit gesättigter Lösung von Kobaltchlorür zusammen, so entstehen sehr schön blaue, gewönlich sphärolithisch verzweigte Krystalle, obschon die Flüssigkeit kaum merkliche blaue Fär-

bung aufweist. Es ist dies also ein Analogon der sich aus farbloser Lösung ausscheidenden rothen Krystalle von Magnesiumplatincyanür, und man muss annehmen, dass die Substanz bei geringer Löslichkeit grosses Krystallisationsvermögen besitzt.

Noch schönere und grössere Krystalle bilden sich bei Zusatz von etwas Alkohol zum Anilin, und in dieser Form bildet das Präparat ein ausgezeichnetes Demonstrationsobject. Erhitzt man und lässt wieder abkühlen, so kann man selbst sehr zierliche Skelette der blauen Krystalle erhalten, welche sich gegen die schwach rosenroth gefärbte Lösung prächtig abheben.

Die Krystalle bilden sich sowohl in der wässerigen Lösung des Kobaltchlorürs, wie im Anilin, welch' letzteres sich beim Erwärmen unter Auflösung der blauen Krystalle deutlich blau färbt. Nach längerem Verweilen der blauen Krystalle in der Lösung bei gewöhnlicher Temperatur werden sie allmählich von sich neu bildenden rosenrothen Blättchen mit sechsseitigem Umriss aufgezehrt, beim Erwärmen zerfallen letztere wieder in blaue Krystalle unter gleichzeitiger Ausscheidung von Tröpfchen.

Orthotoluidin an Stelle des Anilins liefert feine blaue Nadeln, Paratoluidin ebenso, Metaxylidin sehr feine blaue Nadeln, Chinolin sehr schöne grosse intensiv blaue asymmetrische Krystalle.

Nickelchlorür an Stelle von Kobaltchlorür liefert blassgrüne Krystalle, die indess nicht entfernt die Pracht der Kobaltniederschläge aufweisen, ebenso Manganchlorür hellviolette (weissviolette) dichroitische Krystalle.

Kupferchlorid bildet mit Anilin schöne gelbe, viereckige, nahezu rechtwinkelige Blättchen. In der wässerigen Lösung bilden sich ziemlich grosse Skelette, welche von einem gelben Hof umgeben sind. Sie sind hell- und dunkelgelb dichroitisch.

Orthotoluidin liefert sehr stark roth und blassgelb dichroitische Krystalle, Metaxylidin liefert prachtvoll rothweiss dichroitische Blättchen und Chinolin blau und roth dichroitische.

Vielleicht könnten solche in der organischen Chemie häufig beobachteten Metallverbindungen bei mikrochemischen Methoden Verwendung finden, da sie meist schönere Krystallisationen liefern als rein anorganische Präparate.

Krystallisations- und Siedeverzüge.

Diese beiden durchaus analogen Erscheinungen sind schon ungemein oft der Gegenstand eingehender Unsersuchungen und Besprechungen gewesen, ohne dass es bis jetzt gelungen wäre, dieselben ganz befriedigend zu erklären.

Man führt die Siedeverzüge auf Abwesenheit von Luftbläschen in der Flüssigkeit zurück, da bei Anwesenheit solcher ein Siedeverzug unmöglich

ist, indem dann der Druck in einer solchen Blase, abgesehen von Flüssigkeitsdruck und Oberflächenspannung, gleich der Summe von Luft- und Dampfdruck ist, somit, wenn letzterer gleich dem Atmosphärendruck wird, selbst wenn nur sehr wenig Luft vorhanden ist, über den äusseren Druck überwiegt und Vergrösserung der Blase veranlasst. Siedet eine Flüssigkeit also ohne Verzug oder siedet sie überhaupt, wenn auch erst bei höherer Temperatur, so hätte man die Anwesenheit von Luftbläschen anzunehmen oder die Bildung solcher beim Erwärmen.

Es steht hiermit in Uebereinstimmung, dass bei fortgesetztem Entfernen der Luft, wie es mit dem von mir angegebenen Apparate*) möglich ist, schliesslich ungemein hohe Siedeverzüge hervorgebracht werden können. Es gelang mir so z. B. in einer kleinen Glaskugel von 6 mm Durchmesser Schwefelkohlenstoff bis 200° zu erhitzen, ohne dass Sieden eintrat. Ueber diese Temperatur hinaus habe ich nicht gelangen können, sowie dieselbe überschritten wurde, erfolgte (bei Atmosphärendruck) stets Aufkochen. Man hätte also in diesem Falle anzunehmen, dass noch Luftbläschen vorhanden sind, welche so klein sind, dass die Capillarkräfte genügen bis 200° dem vereinigten Luft- und Dampfdruck, vermindert um Atmosphären- und Flüssigkeitsdruck, das Gleichgewicht zu halten. Ich habe mich indess vergeblich bemüht, solche Luftbläschen mit Hülfe des Mikroskops zu entdecken. Ihr Vorhandensein erscheint auch a priori höchst unwahrscheinlich, denn bei niederen Temperaturen, bei welchen der Dampfdruck fehlt, würde in Folge der ungemein hohen Compression der Luft in denselben in Folge der Oberflächenspannung sofortige Absorption eintreten müssen, da die Absorption der Gase mit dem Drucke steigt. Es bleibt also nur die Annahme übrig, dass sich bei 200° die absorbirte Luft an einzelnen Punkten auszuscheiden beginne. Damit würde nun zwar wohl das Sieden erklärt, nicht aber, warum die Bläschen nur an bestimmten Punkten auftreten; man kann nicht mehr wie bei der Dampfbildung annehmen, dass sich an diesen Punkten bereits kleine Bläschen befinden. Es scheint mir hier keine andere Erklärung möglich, als eine solche auf Grund der Molekulartheorie. Man hätte anzunehmen, dass die Ausscheidung an denjenigen Punkten beginnt, wo zufällig sehr viele Dampf- oder Luftmoleküle, beispielsweise 100, zusammenstossen.

Unter den enorm vielen Gruppirungen der Theilchen in Folge der molekularen Zusammenstösse, wie sie die Gastheorie annimmt, werden dennoch Fälle, in denen an einer Stelle 100 Gas- oder Dampfmoleküle, welche sich zwischen den Flüssigkeitsmolekülen unregelmässig hin- und herbewegten, zusammentreffen, äusserst selten sein und so wird sich eine Dampfblase in der Regel erst nach längerem Warten bilden können. Es würde

*) Zeitschr. f. Instrumentenk. 1882, 2, 77.

diese Betrachtung also erklären, weshalb ein Siedeverzug nach längerem Warten häufig von selbst verschwindet, worauf auch das Stossen luftfreier kochender Flüssigkeiten beruht, da nach vollzogener Aufwallung von Neuem Siedeverzug eintritt.

Machen wir nun aber eine solche Annahme zur Erklärung der Siedeverzüge, so darf Aehnliches auch wohl angenommen werden zur Erklärung der Gefrier- und Krystallisationsverzüge.

Es ist wohl richtig, dass Uebersättigung immer aufgehoben wird, wenn wir ein Stäubchen der festen krystallisirbaren Substanz einwerfen; aber die Uebersättigung verschwindet schliesslich in den meisten Fällen, namentlich wenn sie ziemlich weit getrieben wird oder nach längerem Warten ganz von selbst, ohne dass ein fremdes Stäubchen in die Flüssigkeit gelangen könnte.

Es ist z. B. bekannt, dass völlig reines Wasser in zugeschmolzenen Röhren bei starker Ueberkühlung ganz von selbst erstarrt, selbst wenn es vorher stark erhitzt war, so dass sich sicherlich kein Eispartikelchen mehr in der Röhre befand. Organische Producte, welche man vergeblich zur Krystallisation zu zwingen versuchte, finden sich in Röhren hermetisch eingeschlossen zuweilen nach Jahren plötzlich krystallisirt.

Auch hier bleibt wohl keine andere Annahme übrig, als dass zur spontanen Aufhebung der Uebersättigung nöthig ist, dass eine grössere Zahl der in der Flüssigkeit vertheilten Moleküle des festen Körpers an einem Punkte zusammentrifft.

Diese Annahme setzt freilich die andere voraus, dass flüssige Körper in der Nähe des Erstarrungspunktes den festen Körper bereits gelöst enthalten, sowie in der Nähe des Siedepunktes den gasförmigen, eine Annahme, die übrigens auch aus anderen Gründen sehr wohl zulässig, wenn nicht nothwendig erscheint. Es ist dabei natürlich nicht nöthig anzunehmen, dass die in Lösung befindlichen Moleküle des festen (dampfförmigen) Körpers zu jeder Zeit dieselben bleiben, sie werden sich in flüssige umsetzen und umgekehrt werden sich aus solchen neue bilden, nur das Mengenverhältniss wird dasselbe bleiben und lediglich von der Temperatur abhängen, wie auch Aehnliches für die Lösungen wasserhaltiger Salze und andere Molekülverbindungen anzunehmen ist. Bei festen Körpern wird ausserdem die Zeit, welche bei Temperaturänderung vergeht, bis das neue Gleichgewicht sich herstellt, nicht immer verschwindend klein sein, so dass, wie die Erfahrung zeigt, die Erstarrungsproducte auch davon abhängig sind, ob man rasch oder langsam abkühlt.

Ist die Ursache der spontanen Krystallbildung in übersättigten Lösungen ein zufälliges Zusammentreffen vieler Krystallmoleküle an einer Stelle, wie oben angenommen, so wird dieselbe erschwert werden, wenn wir die Wahrscheinlichkeit eines solchen Zusammentreffens vermindern. Dies ge-

schieht durch Zusetzen eines Verdickungsmittels oder auch von selbst, wenn die Lösung mit sinkender Temperatur zäher wird. Thatsächlich wird durch Viscosität die Uebersättigung ganz wesentlich begünstigt.

Mikrophotographie chemischer Präparate.

Bei einem neu construirten kleinen Krystallisationsmikroskop, welches demnächst in der Zeitschr. f. Instrumentenkunde beschrieben werden soll, habe ich eine photographische Vorrichtung angebracht, welche durch ein Gelenk mit dem Tubus verbunden, sehr leicht im passenden Augenblick in Thätigkeit gesetzt werden kann, wobei als Lichtquelle ein kurzes Stück Magnesiumband dient, welches von einem gleichfalls mit dem Mikroskop durch Gelenk verbundenen Träger gehalten und durch die kleine bewegliche Heizflamme entzündet wird. Ich beschränke mich hier darauf, auf diese Vorrichtung hinzuweisen, und füge nur noch bezüglich des Gebrauchs mikrophotographischer Vorrichtungen im Allgemeinen bei, dass es auch bei chemischen Arbeiten sehr nützlich ist, sich zweier Kunstgriffe zu bedienen, die in anderen Gebieten von grossem Nutzen gewesen sind, nämlich der schiefen Beleuchtung und der Färbung der Präparate. Zur schiefen Beleuchtung werden den Mikroskopen gewöhnlich passende Blendungen, Linsen und dergl. beigegeben, indess sind sie meist für Photographie nicht ganz genügend.

Um gute Mikrophotographien zu erhalten, darf das Gesichtsfeld nicht hell erleuchtet sein, sondern nur grau, während dagegen die Krystalle hellweiss und schwarz mit möglichster Schärfe daraus hervortreten müssen. Am Besten erzielt man dies durch den von Seibert für das Mikroskop eingerichteten und verbesserten Töpler'schen Schlierenapparat. Durch einen Schirm unterhalb des Objecttisches wird die eine Hälfte des Gesichtsfeldes verdunkelt, durch einen zweiten Schirm über dem Objectiv (da, wo durch das Objectiv ein Bild des ersten entworfen wird) die andere Hälfte, so dass bei genauer Einstellung das Gesichtsfeld völlig schwarz erscheint und nur Schlieren in der Flüssigkeit (z. B. die Höfe um wachsende Krystalle, sowie ein Theil der Krystallkanten) hell hervortreten. Verschiebt man nun die Schirme etwas, so kann man das Gesichtsfeld leicht in gewünschter Weise aufhellen.

Die künstliche Färbung ist bei Krystallen nicht in gleicher Weise möglich, wie bei organischen Präparaten. Wohl kann man der Lösung gelbe oder braune, die chemischen Lichtstrahlen absorbirende Farbstoffe zusetzen, so dass die Krystalle, falls sie farblos sind, intensiv erleuchtet aus dunklem Gesichtsfeld hervortreten, doch liefert die Methode meist nur wenig befriedigende Resultate. Wesentlich bessere Resultate erzielt man, wenigstens bei doppeltbrechenden Krystallen, in einfacher Weise durch Anwendung polarisirten Lichtes. Indem man die Nicols nicht genau kreuzt oder sie

parallel stellt, kann man beliebig helles und dunkles Gesichtsfeld erhalten und darauf die Krystalle deutlich gefärbt, hell oder dunkel, erscheinen lassen.

Das Vorwärmen und Conserviren der Präparate.

Bei Beschreibung des Krystallisationsmikroskops habe ich übersehen, auf einen Umstand aufmerksam zu machen, der beim Vorwärmen solcher Präparate, die ziemlich stark erhitzt werden müssen, von Wichtigkeit ist, nämlich das Verhindern des Springens der Objectträger. Ganz wird man dasselbe nicht verhindern können, man kann aber sehr viel erreichen durch ein einfaches, jedem Chemiker bekanntes Mittel, nämlich durch Auflegen eines engmaschigen Drahtnetzes auf den Vorwärmer. Bei Neuconstruction von Vorwärmern würde man zweckmässig solche Drahtnetze von vornherein darauf anbringen, indess so, dass sie sich, wenn nöthig, leicht auswechseln lassen.

Will man Präparate längere Zeit hindurch untersuchen oder dieselben z. B. zu Vorlesungszwecken einige Stunden vor der wirklichen Benutzung herstellen, so empfiehlt es sich, einen Tropfen Paraffin oder dergl. herumfliessen zu lassen, welcher das Präparat ringsum hermetisch abschliesst, am Verdunsten hindert und beim Erkalten in Folge des Festwerdens auch gegen zufälliges Verschieben des Uhrglases sicherstellt.

Schliesslich mag noch erwähnt werden, dass ich mich neuerdings mehrfach zum raschen Abkühlen der Präparate, falls labile Modificationen erzeugt werden sollen, des Quecksilbers bediene. Das mit flachem Deckglas bedeckte Präparat wird, das Deckglas nach unten, ganz in dem Quecksilber untergetaucht. Weniger gut, doch im Nothfall ebenfalls wirksam, ist das Aufspritzen von Alkohol oder Schwefeläther. Zu Gefrierversuchen habe ich mich auch der bekannten Mischung von fester Kohlensäure und Schwefeläther bedient, indess konnte ich noch nicht dahin gelangen, die Temperatur auf solche Weise hinreichend rasch und bequem zu reguliren.

Die Oberflächenspannung und Lichtreflexion an Schlieren.

Ein Flüssigkeitstropfen verhält sich bekanntlich nahezu so, als ob er von einer gespannten elastischen Haut eingeschlossen wäre, mit dem einzigen Unterschiede, dass diese Oberflächenspannung unabhängig davon ist, wie stark wir die Oberfläche ausdehnen, während die Spannung einer elastischen Membran in gleichem Falle rasch immer mehr und mehr zunimmt. Befindet sich der Tropfen in einer anderen, damit nicht mischbaren Flüssigkeit, so ist die Oberflächenspannung kleiner als in Luft, indess immer noch recht beträchtlich. Es gilt dies natürlich auch, wenn die beiden Flüssigkeiten nicht chemisch reine Stoffe, sondern Gemische sind, z. B. die Gemische, die sich bilden, wenn man zwei beschränkt mischbare Flüs-

sigkeiten zusammenbringt. Es trennt sich dann eine Schicht, welche vorzugsweise den einen Stoff enthält, von einer solchen, in der sich vorzugsweise der andere befindet. Steigert man die Temperatur, so werden meist solche Flüssigkeiten unbeschränkt mischbar.

Man kann sich nun die Frage vorlegen, was geschieht, wenn ein Tropfen des einen Gemenges sich in dem anderen befindet und man erwärmt denselben auf einer Seite, so dass hier die scharfe Trennungsfläche verschwindet, ein allmählicher, diffuser Uebergang der einen Flüssigkeit in die andere stattfindet? Existirt auch noch in dieser diffusen Uebergangsschicht eine Oberflächenspannung, welche im Stande ist, der Spannung in der Oberfläche der andern scharfbegrenzten Hälfte des Tropfens das Gleichgewicht zu halten oder existirt eine solche nicht und was wird dann aus dem Tropfen? Thatsächlich stösst man bei mikrokrystallographischen Untersuchungen sehr oft auf solche »halbbegrenzte« Tropfen, wie ich sie der Kürze halber nennen will, sogar schon ohne die hier geforderte Temperaturerhöhung, nämlich beim Zusammenmischen von drei Flüssigkeiten, wobei, wie leicht einzusehen, ähnliche Verhältnisse eintreten müssen. Leider wird die Beobachtung dieser Gebilde sehr gestört durch die, ihre Entstehung begleitende Contactbewegung, welche zahllose kleine Wirbel veranlasst. Man gewinnt übrigens dennoch, obschon die meisten dieser Gebilde sich nicht im statischen Gleichgewicht befinden, insofern die durch die Wirbel veranlasste Reibung sich mit der Wirkung der Oberflächenspannung zusammensetzt, den Eindruck, dass dieselben, abgesehen von der langsam fortschreitenden Diffusion, im Stande wären, sich auch ohne die Wirbelbewegungen zu erhalten. Die Oberfläche würde sich gewissermassen beim Uebergang in die diffuse Zone in unendlich viele Oberflächen zerspalten, in deren jeder nur eine unendlich geringe Spannung herrscht, die aber in ihrer Gesammtheit nichtsdestoweniger eine Resultante erzeugen, die der Spannung in dem scharf begrenzten Theile das Gleichgewicht halten kann. Ist dies aber der Fall, dann werden wir ebenso von einer Oberflächenspannung sprechen können, wenn die ganze Oberfläche des Tropfens verschwommen wird, d. h. wenn sich derselbe in eine Schliere verwandelt. Thatsächlich ist es mir indess nicht gelungen, eine solche nachzuweisen. In die Länge gezogene Schlieren zeigen nicht das Bestreben, sich zu kugelförmigen Gebilden zusammenzuziehen, so wie dies bei langgezogenen Tropfen der Fall ist. Vermuthlich liegt die Ursache indess in der allzugrossen Zähigkeit derjenigen Flüssigkeiten, in welchen sich Schlieren leicht erzeugen lassen.

Anschliessend an diese Beobachtungen habe ich auch versucht nachzuweisen, ob an Schlieren eine Lichtreflexion nachzuweisen ist, indess gleichfalls mit negativem Erfolge. Es bedürfen diese Verhältnisse noch einer eingehenderen Untersuchung.

Aenderung der Löslichkeit durch Druck und kritische Umwandlungspunkte.

Die Aenderung des Siede- und Schmelzpunktes durch Druck sind bekannte Erscheinungen und bei der durchgehenden Analogie dieser Umwandlungspunkte mit den Umwandlungspunkten physikalisch isomerer Modificationen und anderer Molekülverbindungen lässt sich eine solche Abhängigkeit auch bei diesen a priori vermuthen, wie sie thatsächlich zuerst von Herrn Th. Reicher auf Veranlassung von Herrn Van t'Hoff bei Schwefel experimentell festgestellt wurde.

Dem »Schmelzen« ist nun noch eine andere Erscheinung analog, nämlich das »Lösen«, derart, dass ich mich schon vor Jahren veranlasst sah, das Schmelzen als ein Lösen einer festen Modification des betreffenden Körpers in einer flüssigen zu definiren. Thatsächlich kann man auch alle Uebergänge zwischen Schmelzen und Lösen beobachten, wenigstens bei solchen Körpern, die in einer Flüssigkeit in der Nähe des Schmelzpunktes unbeschränkt löslich sind. Eine Lösung in einer Spur Flüssigkeit ist fast gleichbedeutend mit Schmelzung. Es lässt sich somit erwarten, dass auch der Sättigungspunkt einer Lösung durch Druck beeinflusst werde und thatsächlich lässt sich dies leicht constatiren. Es wurde zu diesem Zwecke eine mit Glycerin gefüllte Cailletet'sche Pumpe mit einem kleinen Windkessel verbunden und von diesem aus eine lange kupferne Capillare bis zum Objecttisch des Mikroskops geführt, wo sie in eine mit Schellack angekittete feine gläserne Capillare endigte. In letztere wurde vor dem Einkitten etwas heiss gesättigte Lösung eingesogen und dann das freie Ende zugeschmolzen. Hierauf wurde die Capillare in einen, auf einem gewöhnlichen Objectträger befindlichen, Oeltropfen eingelegt und mit einem flachen Uhrglas wie ein anderes Präparat bedeckt. Die Kupfercapillare (an welcher sich übrigens keine Spiralwindungen befinden dürfen) war so leicht beweglich, dass man ohne Schwierigkeit einen bestimmten der in der Capillarröhre befindlichen Krystalle scharf einstellen konnte. Man wartete bis constante Verhältnisse eingetreten waren und steigerte nun rasch den Druck auf 300 Atmosphären. Der Apparat gestattete denselben lange constant zu halten und man konnte nun deutlich sehen, wie die Krystalle weiterwuchsen, wenn auch nicht gerade sehr beträchtlich. Nach Verlauf einiger Minuten trat Stillstand ein, es hatte sich also die der Verringerung der Löslichkeit durch den Druck entsprechende Menge von Substanz ausgeschieden. Liess man nun den Druck wieder auf Atmosphärendruck sinken, so trat deutliches Auflösen ein, die Ecken und Kanten rundeten sich und allenthalben wurde die Oberfläche corrodirt. Auch dieses Auflösen nahm einige Minuten in Anspruch. Wurde der Druck wieder gesteigert, so erfolgte wieder Wachsen und so konnte der Versuch beliebig oft wiederholt

werden. Als krystallisirbare Substanzen wählte ich Triphenylmethan und Brenzcatechin in Alkohol. Wurde die gleiche Beobachtung bei Tröpfchenniederschlägen gemacht, wozu ebenfalls das Präparat mit Triphenylmethan ausreichte, so zeigte sich kein dauernder Einfluss. Es lösten sich zwar die Tröpfchen beim Wachsen des Druckes etwas auf und beim Nachlassen bildeten sich wieder neue, doch waren diese Erscheinungen nur vorübergehend, die Druckänderungen begleitend, somit lediglich Folge der beim Wachsen des Druckes eintretenden Erwärmung resp. beim Nachlassen eintretenden Abkühlung der Flüssigkeit.

Planck (Wied. Ann. 1882, **1,** 446 u. ff.) hat darauf aufmerksam gemacht, dass die Theorie ebenso wie zu einem kritischen Punkt für den Uebergang aus dem flüssigen in den Gaszustand auch zu einem kritischen Punkt für den Uebergang aus dem festen in den Gaszustand führe, sowie auch für den Uebergang aus dem festen in den flüssigen, oder wie wir es noch allgemeiner aussprechen können, überhaupt für den Uebergang aus einer von verschiedenen physikalisch isomeren Modificationen in ein andere. Er äussert sich z. B.: »... so wäre bei etwa — 120° C. die Schmelzwärme des Eises gleich Null und es wäre dies der kritische Punkt der Schmelzcurve. Für diesen Punkt, dem ein Druck von etwa 15000 Atmosphären entsprechen würde, wäre Wasser und Eis identisch, was man sich durch die Annahme vorstellen kann, dass Wasser gegen diesen Punkt hin immer zäher, dagegen Eis immer weicher wird.«

Ein solcher continuirlicher Uebergang eines krystallisirten in einen amorphen Körper scheint mir für den Krystallographen von grossem Interesse zu sein. Aehnliches könnte man auch z. B. für den Uebergang des regulären in das hexagonale Jodsilber behaupten und hätte also hier einen continuirlichen Uebergang aus einem Krystallsystem in ein anderes.

Die Molekulartheorie, von der übrigens Herr Planck (anschliessend an die bekannte Maxwell'sche Dämonenhypothese) behauptet, dass sie dem zweiten Hauptsatze der mechanischen Wärmetheorie widerspreche (was von anderer Seite bestritten wird), dürfte bei Erklärung obiger continuirlicher Umwandlungsvorgänge in grosse Verlegenheit gerathen, da hier nicht wie bei der kritischen Temperatur der Dämpfe eine in allmählich steigendem Maasse stattfindende Auflösung der einen Modification in der andern angenommen werden kann. Leider lassen sich diese andern kritischen Temperaturen mit den uns zu Gebote stehenden Hülfsmitteln nicht beobachten, es scheint mir indess zweckmässig, diesen Fall im Auge zu behalten, da er die Differenzen, die sich ergeben bei Annahme continuirlicher und discontinuirlicher Materie, deutlich zur Anschauung bringt.

Weiche Krystalle sind übrigens nichts geradezu Unmögliches. Bekannte Beispiele sind: Blei, salpetersaures Ammoniak (die der höheren

Temperatur entsprechende rhomboëdische Modification), reguläres Jodsilber, Coffeïn u. s. w.; ob aber ein Krystall, wie z. B. hexagonales Jodsilber, durch Druck weicher werden kann, dürfte schwer zu constatiren sein, vielleicht mit Hülfe des von Herrn W. Spring angewandten Apparates, indem man bei verschiedenen Kältegraden die Compression ausführt.

Farbstoffabsorption durch quellbare Körper.

Die Absorption gelöster Farbstoffe, welche bei den verschiedenen Färbemethoden, sowie bei Bereitung der als »Lacke« bekannten Farben eine grosse Rolle spielt, ist eine zur Zeit noch höchst unvollkommen erklärte Erscheinung. In einigen Fällen, z. B. den mit Eosin hergestellten Lacken, scheint es sich um bestimmt definirbare chemische Verbindungen zu handeln; in anderen Fällen, wo solche nicht nachweisbar sind, begnügt man sich, die Erscheinung als eine physikalische aus dem Gebiete der Chemie auszuweisen, während die Physiker genau ebenso verfahren, so dass diese Verbindungen völlig heimathlos sind. Vielleicht lässt sich dieser Schwierigkeit auf irgend einem Wege indirect beikommen. Ist die Verbindung eine chemische, d. h. eine solche nach festen Verhältnissen, dann ist anzunehmen, dass sie durch Quellung der absorbirenden Substanz nicht wesentlich gestört werde, insofern etwaige Dissociation durch Wassereinlagerung in den quellbaren Körper nicht zu befürchten ist, da ja eben der Körper den Farbstoff aus der Lösung an sich anzieht. Es ist auch kaum anzunehmen, dass der Körper während der Quellung seine chemische Zusammensetzung ändere, da dieselbe stetig stattfindet, während die Zusammensetzung sich sprungweise ändern müsste, da es sich um einen schwammigen festen Körper handelt, nicht um eine Mischung von fester und flüssiger Substanz. Man müsste somit erwarten, dass gleiche Quantitäten Trockensubstanz enthaltender gequollener und nichtgequollener Masse sich gleich intensiv färben. Die Erfahrung zeigt, soweit sich dies nach dem Augenschein beurtheilen lässt, das Gegentheil.

Es wurden zu diesem Zwecke kleine, quadratisch zugeschnittene Stückchen Gelatine in einen Tropfen Wasser gebracht und mit uhrglasförmigem Deckglas bedeckt. Brachte man nun eines derselben in das Gesichtsfeld und erwärmte ungleichmässig, derart, dass nur die eine Hälfte des quadratischen Blättchens aufquoll und am Rande diffus in das Wasser sich verlor und liess nun Eosinlösung zufliessen, so färbte sich mit der Zeit die scharfkantig gebliebene ungequollene Hälfte sehr intensiv roth, während dagegen die andere allmählich gegen den Rand hin abnehmende Färbung zeigte, die an der muthmasslichen Grenze gegen die Flüssigkeit sich nicht von dieser unterschied. Dieser Versuch würde also zu Gunsten der Annahme einer physikalischen Verbindung, d. h. Verbindung nach veränderlichen Verhältnissen, sprechen, doch ist diesem Schluss freilich kein grosses Gewicht beizulegen.

Ueber die Löslichkeit an verschiedenen Krystallflächen.

Diese Frage ist bekanntlich schon mehrfach besprochen und zu beantworten versucht worden.

Bei einem früheren Versuche mit Toluylendiamin hatte ich Krystalle erhalten, welche verschiedene Löslichkeit oder richtiger verschiedene Wachsthumsgeschwindigkeit sehr auffallend zeigten, indem das eine Ende der hemimorphen Prismen rasch weiterwuchs, während das andere kaum merklich sich vergrösserte, ja es schien sogar zuweilen, als ob es sich auflöse, während das andere im Wachsthum begriffen sei. Letzteres ist nun, gleichmässige Temperatur an allen Stellen des Präparats vorausgesetzt, nicht möglich. Man denke sich ein solches Prisma zwischen zwei gallertartige Massen eingeklemmt, welche mit gesättigter Lösung getränkt sind und mit einander in Verbindung stehen. Könnte wirklich der Krystall gleichzeitig am einen Ende wachsen, am andern sich auflösen, so würde er sich mit dem sich auflösenden Ende voran verschieben, indem am andern Ende sich immerfort neues Material ansetzte. Der Substanzverbrauch der Lösung an dieser Seite würde durch Diffusion von der andern Seite her wieder ausgeglichen. Man hätte also nur den Krystall seitlich gegen eine Frictionsscheibe drücken zu lassen, um so in infinitum Arbeit zu erhalten, während gleichzeitig auf der einen Seite die Temperatur steigt, auf der andern sinkt, was mit den Principien der mechanischen Wärmetheorie in Widerspruch steht.

Steighöhen in mikroskopisch engen Capillaren.

Die Kraft, mit welcher Flüssigkeiten von feinporigen Substanzen, z. B. porösem Thon eingesaugt werden, ist, wie nach den Gesetzen der Capillarität nicht anders zu erwarten, sehr beträchtlich und durch Messung gleich 5 bis 6 Atmosphären gefunden worden, was einer Steighöhe von 50 bis 60 Meter gleichkäme, Wasser als Flüssigkeit angenommen. In einer einzelnen Capillare ist eine solche Steighöhe resp. der entsprechende zum Verdrängen der Flüssigkeit nöthige Druck nicht beobachtet worden. Diese Beobachtung gestaltet sich mit Hülfe des Mikroskops, wie ich mich überzeugt habe, sehr einfach. Man bringt eine Capillare in Verbindung mit einem Apparate, welcher gestattet, den Druck leicht und sicher zu reguliren, etwa von der Construction, wie ich ihn früher zur Beobachtung der Dampfspannungen benutzt habe. Es besteht dieser aus zwei geräumigen Recipienten mit comprimirter resp. verdünnter Luft, welche durch je zwei Hähne mit dem Capillarrohr in Verbindung stehen, so dass man den Druck sowohl rasch reguliren, wie auch (mittelst des zweiten Hahns) sehr fein einstellen kann. Zur Messung dient ein grosses Quecksilbermanometer. Die Capillare wird über einer kleinen Flamme recht fein ausgezogen, dann in die von einem sehr kleinen Flämmchen aufsteigende heisse Luft gebracht und abermals

ausgezogen. Es lassen sich so ohne Schwierigkeit Capillaren herstellen, deren innerer Durchmesser kleiner als 0,001 mm ist. Man bringt das Ende der Capillare in einen Tropfen Wasser auf einen Objectträger, bedeckt mit dem Deckglas und regulirt nun den Druck so, dass das zuerst eingedrungene Wasser bis nahe (nicht ganz) zum Ende wieder hinausgedrängt wird. Ich gelangte so zu Drucken bis nahe 5 Atmosphären. Erwärmt man, so lässt sich constatiren, dass Capillarattraction und Viscosität geringer werden. Es ist auch möglich, rasch nach einander verschiedene Flüssigkeiten zu untersuchen und zwar auch sehr seltene und kostbare, da nur minimale Quantitäten davon nöthig sind. Vielleicht wäre diese Vorrichtung zur Verwendung der Capillarität als charakterisirende Constanten zur Erkennung, Unterscheidung oder Identificirung von chemischen Präparaten zu verwerthen.

Das Messen des Durchmessers eines sehr feinen Röhrchens kann mittelst des Ocularmikrometers ausgeführt werden, nachdem man das Röhrchen in eine Flüssigkeit von gleichem Brechungsexponenten, wie das Glas eingelegt und mit einem Deckglas bedeckt hat. Das Innere des Röhrchens wird dabei entweder mit Luft oder mit einer stark gefärbten, am besten nahezu gleich stark brechenden Flüssigkeit gefüllt. Durch einen schon zuvor angebrachten feinen Diamantstrich auf dem Objectträger muss natürlich dafür gesorgt sein, dass die Messung des Durchmessers genau an der Stelle erfolgt, auf welche man bei Messung des Druckes die Kuppe der Flüssigkeit eingestellt hatte. Dickere Capillaren versieht man zuvor selbst mit einem Diamantritz und bricht sie dann zur Bestimmung des Durchmessers an dieser Stelle durch, schneidet ein kleines Stückchen vom Ende ab, stellt es vertical und beobachtet direct den Querschnitt mittels des Mikroskops.

Auch eine andere Bestimmung der Capillarconstanten ist mikroskopisch in manchen Fällen wohl ausführbar und recht lehrreich. Es ist dies die Bestimmung des Randwinkels beim Zusammentreffen verschiedener Flüssigkeiten, z. B. wenn sich ölige Tropfen in einer wässerigen Flüssigkeit befinden und Luftblasen hinzukommen; letztere stellen sich dann an der Grenze der Tropfen so ein, dass die richtigen Randwinkel entstehen und man braucht also die Figuren nur photographisch aufzunehmen, eventuell zu vergrössern und daran die Randwinkel abzumessen. Es ist freilich dabei nöthig, dass die wässerige Flüssigkeit das Glas sehr gut benetze und einigermassen zähe sei, da andernfalls neue Grenzen an den Glaswänden auftreten und die Erscheinungen erheblich stören. Sehr scharf lassen sich auch die Randwinkel in Capillaren messen, entweder direct oder an photographischen Aufnahmen, doch ist dabei zu berücksichtigen, dass das Bild durch die linsenartige Wirkung der Röhre etwas verzerrt ist, es müssten somit diese Messungen, falls sie einen Werth besitzen sollten, noch mit einer entsprechenden Correction versehen werden. Durch Messung des

Randwinkels einer Flüssigkeit, für welche derselbe bekannt ist, liesse sich diese empirisch bestimmen.

Mikroskopische Bestimmung der Dampftension.

Bei Bestimmung der Dampftensionen nach der gewöhnlichen Methode treten verschiedene Schwierigkeiten auf, die sich vermeiden lassen, wenn die Bestimmungen nach dem von mir früher (Zeitschr. f. Instrumentenk. 1882, S. 77 u. ff.) angewandten Princip mit mikroskopisch kleinen Apparaten ausgeführt werden. Dieses Princip besteht darin, dass die Substanz ohne Zuthat von Quecksilber in ein U-förmiges Rohr eingefüllt wird, dessen einer Schenkel geschlossen ist, während der andere unter Zwischenschaltung eines Rückflusskühlers mit je einem Recipienten mit verdichteter und verdünnter Luft in Verbindung steht. In die Leitungen zu den Recipienten sind hintereinander je zwei Hähne eingeschaltet, zwischen welchen die Röhrenleitung etwas erweitert ist. Bei grober Einstellung des Druckes, der an einem seitlich abgezweigten Manometer abgelesen wird, setzt man das U-Rohr direct mit einem der Recipienten durch Oeffnen beider Hähne in Verbindung, bei der feinen Einstellung nur mit dem zwischen beiden Hähnen befindlichen Luftsack, in welchem man zeitweise, wenn nöthig, den Anfangsdruck durch Verbinden mit dem Recipienten wiederherstellt. In dem geschlossenen Schenkel ist anfänglich noch Luft vorhanden, beim Evacuiren wandert dieselbe ganz von selbst dem Dalton'schen Gesetze gemäss mit den sich bildenden Dampfblasen heraus und man hat nach einiger Zeit im geschlossenen Schenkel, wenigstens theoretisch, nur noch reinen Dampf, so dass also bei derartiger Regulirung des Druckes, dass in beiden Schenkeln die Flüssigkeit gleich hoch steht, am Manometer unmittelbar die Dampftension abgelesen werden kann, insofern dann der Druck im offenen (resp. mit Manometer und Recipienten verbundenen Schenkel) ebenso gross ist, wie in dem andern, der nur Dampf enthält.

Die früher probeweise versuchte Anordnung des geschlossenen Schenkels innerhalb des offenen habe ich später wieder verlassen, da allzuleicht schwer zu beseitigende Siedeverzüge eintraten. Bei Anordnung der Schenkel nebeneinander sind solche, wie ich später fand, sehr leicht zu beseitigen, indem man den geschlossenen Schenkel mit einem heissen Glasstab oder einer kleinen Flamme berührt. Es existirt für jede Flüssigkeit eine Temperatur, über welche hinaus Siedeverzüge unmöglich sind. Würde die ganze Masse auf diese Temperatur erhitzt, so würde Explosion eintreten, erhitzt man aber wie erwähnt nur eine kleine Stelle, so tritt nur dort eine kleine Blase auf und der Siedeverzug ist beseitigt. Zuweilen habe ich, um hierbei den Apparat nicht aus dem Bade herausheben zu müssen, eine über die Oberfläche des Bades hervorragende capillare Verlängerung angebracht, welche gewöhnlich mit Flüssigkeit gefüllt blieb, also unschädlich war, und

bei eingetretenem Siedeverzug nur mit einem heissen Glasstabe berührt zu werden brauchte, um alsbald das Sieden einzuleiten. Dieselbe ist auch beim Reinigen des Apparates von Vortheil, da man nach Abbrechen der Spitze denselben leicht ausspülen kann.

Bei den mikroskopischen Versuchen gestalte ich überhaupt das ganze U-Rohr capillar, bilde den horizontalen Theil desselben geradlinig und möglichst gross und beobachte ihn, nachdem er in ein geeignetes Wasser- resp. Paraffinbad eingesetzt ist, mittelst eines Mikroskops mit horizontalem in der Nähe des Objectivs rechtwinkelig geknicktem Tubus. Natürlich muss zu dem gemessenen Druck noch die Correction für die capillare Anziehung hinzugefügt werden, die aber leicht experimentell zu bestimmen ist. Durch Anwendung solcher capillarer Röhren erreicht man den Vortheil, mit minimalen Quantitäten von Flüssigkeit auszukommen und ausserdem die Dampfspannung bis zu enorm hohen Drucken verfolgen zu können, was mit den gewöhnlichen Apparaten nicht möglich ist. Bei den Versuchen zeigt sich recht auffallend der Einfluss der absorbirten Luft. Es ist geradezu unmöglich, dieselbe völlig zu beseitigen. Man bemerkt deutlich, dass mit fortgesetztem Kochenlassen der Flüssigkeit in dem U-Rohr die Fähigkeit, Siedeverzüge zu zeigen, zunimmt, doch erreicht man schliesslich eine Grenze, indem offenbar bei der Verdichtung des in dem Rückflusskühler sich verdichtenden Dampfes ebensoviel Luft wieder absorbirt und der Flüssigkeit zugeführt wird, als in Folge der Diffusion der Luft in die Dampfblasen beim Kochen entweicht. Es scheint auch, dass die Absorptionsfähigkeit von Flüssigkeiten für Gase wesentlich davon abhängig ist, wie viel Gas sich bereits in der Flüssigkeit gelöst befindet. In meiner früheren Arbeit sprach ich dies in folgender Weise aus (S. 84): »Es müssen somit die Gase anfänglich bis zu einer gewissen Grenze mit äusserster Rapidität von Flüssigkeiten absorbirt werden und erst von einem bestimmten Concentrationsgrade an in geringerem Maasse.« Es zeigt sich dies darin, dass die Dampfspannung, nicht wie die Theorie verlangt, constant, sondern vom (relativen) Volumen abhängig ist, nämlich so, dass sie beim Verkleinern des Dampfraumes steigt, selbst dann, wenn sich schliesslich aller Dampf ohne eine Luftblase übrig zu lassen verdichtet. Es ist also anzunehmen, dass, so lange die Dampfblase gross, also die Luft vorzugsweise in ihr, nur wenig in der Flüssigkeit enthalten ist, eine Volumverminderung nur geringen Einfluss hat, indem dann die Luft ebenso leicht wie der Dampf von der Flüssigkeit aufgenommen wird, d. h. ohne dass der Partialdruck derselben merklich zunimmt. Ist dagegen die Dampfblase bereits sehr klein, also die Luft grösstentheils in der Flüssigkeit vorhanden, so wird eine weitere Volumverminderung auf erheblichen Widerstand stossen, da nunmehr die Luft schwieriger von der Flüssigkeit aufgenommen wird als anfänglich. Die Luft wird also nunmehr nahezu dem Mariotte'schen Gesetze entsprechend

eine Vergrösserung der Dampfspannung bewirken, während wir sie bei grossem Dampfvolumen als nicht vorhanden betrachten können. Bei grosser Verdünnung der über einer Flüssigkeit befindlichen Luft brächte also eine relativ grosse Volumverminderung keine merkliche Zunahme des Druckes hervor. Bei der Berechnung hätte man auf diese Absorption der der Flüssigkeit beigemischten Gase Rücksicht zu nehmen. Für die Ausführung der Versuche ergiebt sich die Regel, dass man beobachten soll, wenn das Dampfvolum relativ zur Ausdehnung der angrenzenden Flüssigkeitschicht möglichst gross geworden ist (vergl. auch Wüllner und Grotrian, Wied. Ann. **11,** 545, 1880).

Mikroskopische Bestimmung der thermischen Ausdehnung von Flüssigkeiten.

Auch diese Constante lässt sich auf mikroskopischem Wege für weit grössere Temperatur- und Druckintervalle und mit geringeren Substanzenmengen bestimmen, als unter Anwendung der gebräuchlichen Methoden. Ich benutze hierzu den gleichen Apparat, der zur Bestimmung der Dampftensionen dient. Das U-Rohr wird von demselben entfernt und durch ein anderes ersetzt, dessen einer geschlossener Schenkel nicht zugeschmolzen, sondern mit Trichter und eingeschliffenem Stöpsel versehen ist. Von dem andern Schenkel zweigt sich seitlich ein horizontales, am Ende geschlossenes Capillarrohr ab, welches zur Aufnahme der zu untersuchenden Substanz dient, mittelst eines Wasser- oder Oelbades auf constante Temperatur gebracht und durch das horizontale Mikroskop beobachtet werden kann. Nach Einbringen der Substanz ist dasselbe natürlich noch mit Luft gefüllt. Man erwärmt nun, evacuirt gleichzeitig und lässt die Flüssigkeit einige Zeit kochen, so dass alle vorhandene Luft möglichst vollständig ausgetrieben wird. Lässt man nun aus dem Recipienten Luft einströmen, so dass der Druck wächst, so erfüllt die Flüssigkeit das Capillarrohr alsbald vollständig. Nun erwärmt man bis etwas über die höchste Temperatur, bei welcher man zu beobachten gedenkt und welche, der eintretenden starken Siedeverzüge halber, weit über dem Siedepunkt der Substanz liegen kann, öffnet den Trichter und giebt Druck, so dass der Ueberschuss an Flüssigkeit herausgeblasen wird, lässt dann saugen und füllt den Trichter mit einer indifferenten zweckmässig gefärbten andern Flüssigkeit, z. B. wenn die zu untersuchende Schwefelkohlenstoff war, mit gefärbtem Glycerin, und schliesst den Trichter wieder, sobald dieselbe genügend hoch über der Einmündungsstelle des horizontalen Rohres liegt. Der Schwefelkohlenstoff ist so durch Glycerin abgegrenzt und am Verdunsten gehindert. Zunächst evacuirt man und lässt einige Zeit kochen, um auch dem Glycerin seine Luft zu nehmen, wobei man zweckmässig das Bad etwas senkt, so dass der Schwefelkohlenstoff nicht mit erwärmt wird, alsdann giebt man wieder

Druck und lässt abkühlen. Man kann nun sehr schön das Wandern der Grenze zwischen dem farblosen Schwefelkohlenstoff und dem gefärbten Glycerin mikroskopisch beobachten und so die Ausdehnung resp. Contraction messen. Es genügt dies, um etwaige Anomalien in der Ausdehnung festzustellen. Wollte man indess auch den Ausdehnungscoëfficienten bestimmen, so würde man wohl zweckmässig das Volumen durch Vergleich mit einer Flüssigkeit von bekanntem Ausdehnungscoëfficienten ermitteln. Das hierzu nöthige Ausspülen des Apparates kann analog geschehen, wie das Füllen. Man bläst zunächst die Flüssigkeit heraus, füllt mit einem leichtflüchtigen Lösungsmittel, bläst auch dieses heraus u. s. w.

Schliesslich erhitzt man leer unter gleichzeitiger Evacuirung.

Mikroskopische Bestimmung der Compressibilität.

Das gewöhnliche Piëzometer gestattet nur geringe Drucke anzuwenden. Für höhere Drucke ist man genöthigt, den Apparat ganz aus Metall zu fertigen und die den Flüssigkeitsfaden enthaltende Messröhre in eine als Kappe dienende Glasröhre eingeschlossen aus dem metallenen Behälter vorragen zu lassen. Man könnte sich hierzu des Cailletet'schen Apparates in der üblichen Form bedienen, indem man ein thermometerartiges, mit der zu untersuchenden Flüssigkeit gefülltes Gefäss in denselben so einsetzt, dass der Stiel desselben in die gläserne Capillare hineinragt, in welcher sonst die Gase liquificirt werden. Dieses Einsetzen müsste aber mit grosser Vorsicht geschehen, da die Capillaren bei hohem Druck sehr leicht zerspringen, wenn man dieselben zuvor im Innern mit einem harten, fremden Körper berührt hat. Es ist dies die gleiche Erscheinung, die man bei den bekannten Bologneser Fläschchen beobachtet. Jedenfalls wird es sich empfehlen, die Dimensionen des Apparates möglichst zu reduciren, falls man mit hunderten von Atmosphären zu beobachten gedenkt, wodurch also mikroskopische Ablesung unumgänglich nothwendig wird. Dieselbe Vorrichtung könnte auch dazu dienen, den Ausdehnungscoëfficienten unter sehr hohem Druck zu bestimmen, falls man sich dabei nur geringer Temperaturänderungen bedient. Derartige Versuche, sowie die zuvor beschriebene Messung der thermischen Ausdehnung, würden zur Entscheidung der Frage über die Existenz physikalisch isomerer Modificationen und anderer Molekülverbindungen in Lösungen muthmasslich von grossem Nutzen werden können.

Flüssige Kohlensäure als Druckerzeuger.

Zur Herstellung des zu den vorerwähnten Versuchen nöthigen Druckes bediente ich mich in der Regel einer gewöhnlichen Compressionspumpe. Neuerdings habe ich auch einen Versuch mit flüssiger Kohlensäure, die ja jetzt so bequem zu beziehen ist, ausgeführt und glaube dieselbe ebenfalls

hierzu empfehlen zu können. Es wurde hierzu eine gefüllte Flasche mit iner leeren durch eine Kupferröhr e verbunden und von dieser eine seitliche eRöhre abgezweigt, welche zu dem mikroskopischen Apparat führte. Man lässt so viel Kohlensäure aus der vollen in die leere Flasche einströmen, bis der gewünschte Druck erreicht ist. Durch Anwendung sehr starker Flaschen, die sich erhitzen lassen, könnte man ähnlich wie bei der Herstellung dichter Stahlgüsse sehr hohe Drucke erzielen, doch dürfte für solche der geringeren Gefährlichkeit halber die Cailletet'sche Pumpe vorzuziehen sein.

Mikroskopische Bestimmung der Elasticität von Krystallen.

Bei meinen mikroskopischen Versuchen über Krysallisation ist mir häufig aufgefallen, wie ungemein stark sich dünn nadelförmig ausgebildete Krystalle durchbiegen lassen. Da sich aus Biegungsversuchen in bekannter Weise Schlüsse auf die Elasticität ziehen lassen, so könnte man solche Durchbiegung mikroskopischer Krystalle dazu benutzen, die Elasticität mancher Substanzen zu finden, bei welchen dies auf andere Methode nicht möglich ist, zumal da wir in der Torsionswage ein so empfindliches Mittel besitzen, kleine Kräfte mit aller Präcision zu messen. Versuche in dieser Richtung habe ich bis jetzt nicht ausgeführt.

Eine nichtmetallische, metallisch leitende Flüssigkeit.

Zu den metallisch leitenden Flüssigkeiten gehören ausser Quecksilber, soweit bekannt, nur die geschmolzenen Metalle. Bei Versuchen über Entzündung von Grubengasgemischen machte ich nun eine Beobachtung, die darauf hinzuweisen scheint, dass geschmolzenes Eisenoxyduloxyd ebenfalls eine solche Flüssigkeit ist.

Erzeugt man nämlich zwischen zwei Eisendrähten einen kleinen Lichtbogen und nähert dann die Drähte, so dass ein Tropfen dieses geschmolzenen Oxyds den Zwischenraum ausfüllt, so kann man, selbst mikroskopisch, den Vorgang lange beobachten, ohne eine Verschiebung des Tropfens zu bemerken. Wäre die Leitung elektrolytisch, so müsste sich auf der negativen Seite Eisen ausscheiden, auf der positiven auflösen, also der Tropfen in diesem Sinne fortwandern, ähnlich wie Jodsilber zwischen Silberelektroden.

Analog verhalten sich wohl auch andere Oxyde und Sulfide, namentlich solche, die schon im festen Zustande metallisch leiten; geschmolzene Chloride, Bromide etc. dagegen leiten elektrolytisch. Ein solcher scharfer Unterschied dieser Verbindungen erscheint beachtenswerth.

XXX. Krystallform der Erdalkali-Molybdate. Die morphotropen Reihen des Scheelit.

Von

Th. Hiortdahl in Christiania.

(Mit 1 Holzschnitt.)

(Vorgetragen bei der 13. Versammlung skandinavischer Naturforscher zu Christiania, Juli 1886.)

Der wolframsaure Kalk, $Ca\,WO_4$, natürlich als Scheelit vorkommend, wurde bekanntlich 1852 von Manross durch Schmelzen von Chlorcalcium und wolframsaurem Natron in krystallisirtem Zustande dargestellt. Später haben Geuther und Forsberg (1861) die übrigen Wolframate und Schulze (1863) die Molybdate der Erdalkalien, die nicht in der Natur vorkommen, auf ähnliche Weise krystallisirt erhalten. Man hat erkannt, dass sowohl die Wolframate, als die Molybdate die tetragonalen Formen des Scheelits zeigen. Um Material zu genaueren Messungen, die noch fehlten, zu bekommen, habe ich die genannten Versuche wiederholt; da die Darstellung der Molybdate mir besser ausgefallen ist, als die der Wolframate, habe ich die Messungen in der Molybdatreihe ausgeführt.

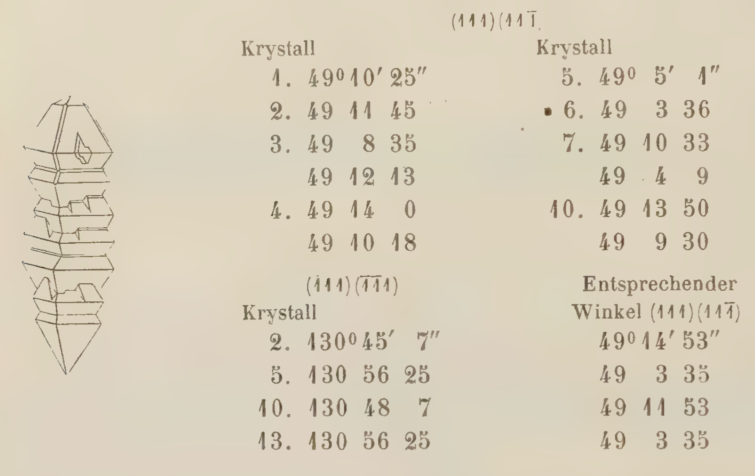
1. Molybdänsaurer Kalk. $Ca\,Mo\,O_4$.

Die untersuchten Krystalle bilden bis 5 mm lange nadelförmige Aggregate, aus kleinen, längs der Hauptaxe an einander gereihten tetragonalen Pyramiden bestehend, wie es die Zeichnung auf folgender Seite zeigt. An der immer vorherrschenden Grundpyramide $P(111)$ finden sich schmale Flächen von $P\infty(101)$ und an mehreren Krystallen auch $\frac{1}{3}P(113)$. Die Krystalle sind lebhaft glänzend, fast diamantglänzend.

Bei den Messungen, wozu 13 Krystalle verwendet wurden, war gewöhnlich nur die Anwendung des den Fuess'schen Goniometern beige-

gebenen verkleinernden Oculars gestattet; die Bilder waren jedoch meist sehr scharf und gut. Jede hier eingetragene Winkelmessung ist das Mittel von 4—6 Ablesungen à 3—5 Repetitionen.

Die Mittelkante der Grundform wurde durch Messung von 16 verschiedenen Kanten an 9 Krystallen bestimmt:



(111)(11$\bar{1}$)

Krystall		Krystall	
1.	49° 10′ 25″	5.	49° 5′ 1″
2.	49 11 45	6.	49 3 36
3.	49 8 35	7.	49 10 33
	49 12 13		49 4 9
4.	49 14 0	10.	49 13 50
	49 10 18		49 9 30

Krystall	(111)($\bar{1}\bar{1}$1)	Entsprechender Winkel (111)(11$\bar{1}$)
2.	130° 45′ 7″	49° 14′ 53″
5.	130 56 25	49 3 35
10.	130 48 7	49 11 53
13.	130 56 25	49 3 35

Man findet im Mittel von allen 16 Messungen:

$$(111)(11\bar{1}) = 49^{0}\,9'\,29'' \pm 37'',$$

woraus die Länge der Hauptaxe:

$$c_z = 1{,}54594.$$

Die Polkante der Grundform wurde ebenso durch Messungen von 18 verschiedenen Kanten an 9 Krystallen bestimmt:

(111)(1$\bar{1}$1)

Krystall		Krystall	
3.	79° 59′ 59″	9.	80° 4′ 58″
	80 1 59		80 7 18
4.	79 58 56	10.	79 51 59
6.	79 57 59	11.	80 3 55
	80 8 55		80 0 58
8.	79 51 15	12.	80 6 50
	79 59 38	13.	80 0 45

Krystall		Entsprechender Winkel (111)(1$\bar{1}$1)
	(111)($\bar{1}$1$\bar{1}$)	
3.	99° 57′ 56″	80° 2′ 4″
12.	99 57 17	80 2 43
13.	99 55 0	80 5 0
	(111)(101):	
8.	40 0 22	80 0 44

Als Mittel von den 18 Messungen findet man:

$$(111)(1\bar{1}1) = 80^0\,1'\,27'' \pm 45'',$$

woraus für die Hauptaxe:

$$c_x = 1{,}54545.$$

Als Mittel von beiden Messungsreihen und unter Berücksichtigung der jeder zukommenden Gewichte findet man das Axenverhältniss:

$$a : c = 1 : 1{,}54575,$$

woraus berechnet:

$$(111)(11\bar{1}) = 49^0\,9'\,48''$$
$$(111)(1\bar{1}1) = 80\;\;1\;\;56$$

Die Pyramide (113) wurde durch Messung der Winkel

$$(111)(113) = 29^0\,16'\,58''\ \text{(2 Messungen)}$$

bestimmt; berechnet: 29⁰ 20′ 19″.

Reines Kalkmolybdat ist bisher nicht natürlich vorkommend gefunden; man kennt nur kalkhaltigen Wulfenit ($25 Pb\,Mo\,O_4 . 2 Ca\,Mo\,O_4$) von Kreuth (Kärnten), bei welchem nach v. Zepharovich*) $a : c = 1 : 1{,}5744$, während das Axenverhältniss des kalkfreien nach Dauber $a : c = 1 : 1{,}5771$ ist. Die von v. Zepharovich hier erkannte, durch das Kalkmolybdat hervorgebrachte Verkürzung der Hauptaxe des betreffenden Wulfenits stimmt mit meinen Messungen des reinen Kalkmolybdates (woraus sich für die genannte Mischung $a : c = 1 : 1{,}5748$ berechnen liesse) sehr gut überein.

2. Molybdänsaures Strontian. $Sr\,Mo\,O_4$.

Weisse, stark glänzende Krystalle, ebenfalls oft zu nadelförmigen Aggregaten an einander gereiht, doch bedeutend grösser als das Kalksalz. Die Flächen (101) waren viel stärker entwickelt als bei diesem. Das Salz ist überhaupt das bestkrystallisirte der von mir erhaltenen Molybdate.

Die Messungen, bei welchen meist das gewöhnliche Ocular benutzt werden konnte, sind an 9 Krystallen angestellt.

Zur Bestimmung der Mittelkante der Grundform dienten die folgenden Messungen von 16 verschiedenen Kanten an 7 Krystallen:

	$(111)(11\bar{1})$		
Krystall 1.	48⁰ 22′ 54″	Krystall 5.	48⁰ 17′ 58″
2.	48 25 0		48 27 20
3.	48 23 55	6.	48 22 37
4.	48 18 39	7.	48 24 30
	48 23 4		48 23 37
	48 21 40		

*) Diese Zeitschr. 8, 583.

	$(111)(\bar{1}\bar{1}1)$	Entsprechender Winkel $(111)(11\bar{1})$
Krystall 2.	131° 32′ 50″	48° 27′ 10″
4.	131 39 31	48 20 29
5.	131 37 24	48 22 36
7.	131 39 7	48 20 53
	131 35 7	48 24 53

Man findet hieraus:

$$(101)(11\bar{1}) = 48^0 22' 57'' \pm 27'',$$
$$c_z = 1,57403.$$

Die **Polkante** wurde durch Messung von 20 verschiedenen Kanten an 7 Krystallen bestimmt:

$(111)(1\bar{1}1)$

Krystall 1.	80° 20′ 44″	Krystall 6.	80° 24′ 12″
	80 20 36	7.	80 18 7
2.	80 19 53		80 20 0
4.	80 14 58	8.	80 21 33
6.	80 21 55	9.	80 20 3

	$(111)(\bar{1}1\bar{1})$	Entsprechender Winkel $(111)(1\bar{1}1)$
Krystall 1.	99° 42′ 42″	80° 17′ 18″
2.	99 42 12	80 17 48
8.	99 38 37	80 21 23
9.	99 38 45	80 21 15
	$(111)(101)$	
Krystall 1.	40° 9′ 19″	80 18 38
	40 10 35	80 21 10
6.	40 12 7	80 24 14
	40 10 30	80 21 0
7.	40 7 0	80 14 0
	40 9 7½	80 18 15

Als Mittel von den 20 Messungen findet man:

$$(111)(1\bar{1}1) = 80^0 19' 45'' \pm 24'',$$
$$c_x = 1,57365.$$

Aus beiden Messungsreihen, deren relative Gewichte resp. 5 und 6 sind, wird das **Axenverhältniss** berechnet:

$$a : c = 1 : 1,57382,$$

wonach für die Grundform die berechneten Winkel sind:

$$(111)(11\bar{1}) = 48^0 23' 19''$$
$$(111)(1\bar{1}1) = 80\ \ 19\ \ 50$$

3. Molybdänsaurer Baryt. $Ba Mo O_4$.

Dieses Salz scheint bedeutend schwieriger zu krystallisiren, als die vorhergehenden; vielfacher Variation der Versuchsbedingungen ungeachtet habe ich nur wenige Krystalle erhalten, die auch zu Messungen minder geeignet sind, als die Kalk- und Strontianverbindungen. Die Krystalle zeigten nur die Flächen der Grundpyramide.

Ich musste mich auf die Bestimmung der Mittelkante beschränken; die Messungen, von 22 verschiedenen Kanten an 9 Krystallen, sind — obgleich nicht so gut wie die vorhergehenden — hinreichend, um das Axenverhältniss mit genügender Schärfe festzustellen.

(111)(11$\bar{1}$)

Krystall 1.	47° 5′ 52″	Krystall 5.	47° 4′ 52″
	47 10 9	6.	47 0 35
2.	47 7 17		47 7 10
3.	47 18 24	7.	47 9 30
4.	46 59 18	8.	47 12 57
	46 54 18	9.	47 4 18
5.	47 2 37		47 4 0

	(111)($\bar{1}1\bar{1}$)	Entsprechender Winkel (111)(11$\bar{1}$)
Krystall 1.	132° 57′ 28″	47° 2′ 32″
2.	132 56 55	47 3 5
4.	132 59 40	47 0 20
5.	133 7 18	46 52 42
6.	132 56 10	47 3 50
7.	132 42 30	47 17 30
8.	132 54 3	47 5 57
9.	132 57 30	47 2 30

Im Mittel:

$$(111)(11\bar{1}) = 47^{0}\,4'\,37'' \pm 56''.$$

Axenverhältniss: $a : c = 1 : 1{,}6232$.

Polkantenwinkel berechnet: 80° 50′ 18″.
Gefunden (2 Messungen): 80 42 54.

Aus der Zusammenstellung:

$Ca Mo O_4$,	$c = 1{,}5457$
$Sr Mo O_4$	1,5738
$Ba Mo O_4$	1,6232
$Pb Mo O_4$	1,5771

ist ersichtlich, dass die Hauptaxe der Strontianverbindung ziemlich nahe das Mittel der Kalk- und Barytverbindungen ist, und dass die Dimensionen der Bleiverbindung sich am meisten denen des Strontiansalzes nähern, wie es z. B. in der rhombischen Carbonatreihe der Fall ist, wo die Dimensionen des Cerussits am meisten denen des Strontianits ähnlich sind.

Der Scheelit, $Ca Wo O_4$, wird gewöhnlich als isomorph dem Fergusonit, $Y Nb O_4$, angesehen; beide Formen, tetragonal und pyramidal-hemiëdrisch, sind jedenfalls sehr ähnlich. Man hat

	beim Scheelit:	beim Fergusonit:
$(111):(11\bar{1})$	49° 27′	51° 32′
c	1,537	1,464.

Mit dem Scheelit noch mehr in seinen Dimensionen übereinstimmend ist das ebenfalls tetragonale (jedoch, soweit bekannt, nicht pyramidal-hemiëdrische) überjodsaure Ammoniak. Man hat bei diesem Salze nach Rammelsberg zwei Pyramiden, die den beiden gewöhnlichsten Scheelitpyramiden völlig entsprechen:

	$Ca W O_4$	$Am J O_4$
$(111):(11\bar{1})$	49° 27′	49° 26′
$(101):(10\bar{1})$	66 8	66 6

Die Glieder der tetragonalen Perjodatreihe und der Reihe der Wolframate und Molybdate sind:

$Li\ J O_4$, $c =$	1,527	$Ca Wo O_4$, $c =$	1,537
$Am J O_4$	1,537	$Ca Mo O_4$	1,546
$Na J O_4$	1,590	$Sr Mo O_4$	1,574
$Ag J O_4$	1,632	$Ba Mo O_4$	1,623.

Diese Aehnlichkeit der Krystallformen von

$$\overset{III}{Y}\ \overset{V}{Nb}\ \overset{VIII}{O_4}$$
$$\overset{II}{Ca}\ \overset{VI}{Wo}\ O_4$$
$$\overset{I}{Am}\ \overset{VII}{J}\ O_4$$

ist der zwischen

$$\overset{II}{Ca}\ \overset{IV}{C}\ \overset{VI}{O_3}$$
$$\overset{I}{Na}\ \overset{V}{N}\ O_3$$

stattfindenden, längst bekannten, ganz entsprechend.

Derselben tetragonalen Reihe angehörig ist auch der Phosgenit $\overset{IV}{Pb_2}\ \overset{IV}{C}\ \overset{VIII}{O_3 Cl_2}$, dessen Grundpyramide ($101 : 10\bar{1} = 66°\ 4'$) der Deuteropyramide des Scheelit ($101 : 10\bar{1} = 66°\ 8'$) ganz entspricht; wählt man also

für Phosgenit die Deuterostellung, so wird das Axenverhältniss $a : c = 1 : 1,538$, dem des Scheelit $(1 : 1,537)$ ganz entsprechend.

Ausser tetragonalen Perjodaten haben wir auch rhombische; das Kaliumperjodat krystallisirt rhombisch, wie die Perchlorate und Permanganate der Alkalien.

Für die Vergleichung der tetragonalen und rhombischen Reihen wird am bequemsten das tetragonale Axenverhältniss so ausgedrückt:

$$AmJO_4, \quad a : a : c = 0,6506 : 0,6506 : 1.$$

Man hat dann in der rhombischen Reihe:

$$KJO_4, \quad a : b : c = 0,6502 : 0,785^{*)} : 1.$$

Zwei Axen sind hier fast unverändert (0,6506 : 1 und 0,6502 : 1), während die dritte beim Kaliumsalz grösser ist, als beim Ammoniumsalz; die Kalium- und die Ammoniumverbindung verhalten sich wie Glieder einer morphotropen Reihe.

Nun stimmen bekanntlich**) die alkalischen Perchlorate und Permanganate sowohl in Krystallform als auch Spaltbarkeit mit den Sulfaten der Schwerspathgruppe sehr nahe überein:

KJO_4, $a : b : c =$	0,6502 : 0,7805 : 1	$BaSO_4$, $a : b : c =$	0,6563 : 0,8146 : 1***)
$KClO_4$	0,6396 : 0,7817 : 1	$SrSO_4$	0,6407 : 0,7766 : 1
$AmClO_4$	0,6410 : 0,7926 : 1	$PbSO_4$	0,6089 : 0,7755 : 1
$KMnO_4$	0,6560 : 0,8140 : 1	$BaCrO_4$	0,649 : 0,804 : 1.

Man hat also auch in der rhombischen Reihe Formenähnlichkeit zwischen den Verbindungen:

$$\overset{I}{K}\ \overset{VII}{J}\ \overset{VIII}{O_4}$$
$$\overset{I}{K}\ \overset{VII}{Mn}O_4$$
$$\overset{II}{Ba}\ \overset{VI}{S}\ O_4$$
$$\overset{II}{Ba}\ \overset{VI}{Cr}\ O_4$$

und die rhombische Reihe des Schwerspathes ($a : b : c = 0,6563 : 0,8146 : 1$) ist eine morphotrope Reihe des tetragonalen Scheelit ($a : a : c = 0,6506 : 0,6506 : 1$).

Zu der Schwerspathgruppe gehört nach Bourgeois bekanntlich auch das rhombische Chromat von Barium. Es ist nach Haushofer†) recht wahrscheinlich, dass auch das Bleichromat, $PbCrO_4$, rhombisch wie $BaCrO_4$

*) Bei dem von Luedecke beschriebenen tetragonalen Eisenwolframat (Reinit) ist das Axenverhältniss:

$$FeWoO_4, \quad a : a : c = 0,782 : 0,782 : 1.$$

) Groth, Pogg. Ann. **133, 197.

***) Rammelsberg, kryst.-phys. Chemie **1**, 411.

†) Mikroskopische Reactionen, S. 29.

krystallisiren kann; $PbCrO_4$ wäre dann vielleicht trimorph. Schulze*) hat gefunden, dass Mischungen von chromsaurem und molybdänsaurem Blei mit bis 42 % $PbCrO_4$ in der tetragonalen Form des Wulfenits krystallisiren können, und dass solche mit bis 27 % $PbMoO_4$ die monokline Form des natürlich vorkommenden Bleichromates, des Rothbleierzes, annehmen. Bezüglich der Krystallform des letztgenannten Minerals ist noch zu bemerken, dass dieselbe der des Monazits, $CePO_4$, ausserordentlich nahe steht. Man hat nach den Messungen von Dauber und vom Rath:

Rothbleierz	$a : b : c =$	0,9603 : 1 : 0,9181;	$\beta = 77^{0} 27'$
Monazit		0,9658 : 1 : 0,9217;	76 32

Die Formenähnlichkeit der letztgenannten monoklinen:

$$\overset{\text{III}}{Ce}-\overset{\text{V}}{P}\ O_4$$
$$\overset{\text{II}}{Pb}\ \overset{\text{VI}}{Cr}\ O_4$$

entspricht in der tetragonalen Reihe:

$$\overset{\text{III}}{Y}\ \overset{\text{V}}{Nb}\ O_4$$
$$\overset{\text{II}}{Ca}\ \overset{\text{VI}}{Wo}\ O_4.$$

*) Ann. d. Ch. u. Pharm. **126**, 49.

XXXI. Die Elasticitätscoëfficienten des Chromalauns und des Eisenalauns.

Von

J. Beckenkamp in Freiburg i. B.

Die Untersuchung der Elasticitätsverhältnisse der Krystalle eröffnet eine Reihe von Fragen, die nicht nur für den Physiker, sondern auch für Mineralogen von Interesse sind.

Die Theorie ergab, dass die Krystalle einzelner Systeme eine höhere Symmetrie besitzen, als ihre geometrische Form. Meine Bestimmung der Elasticitätscoëfficienten des Kalialauns*) lieferte die experimentelle Bestätigung, dass in der That die pentagonal-hemiëdrischen Körper des regulären Systems in Bezug auf die Elasticität keine niedrigere Symmetrie zeigen, als die holoëdrischen Krystalle. Nach der Untersuchung von Vater**) ist der Elasticitätscoëfficient des Berylls für alle Richtungen gleich, welche gegen die Hauptaxe dieselbe Neigung haben, genau wie die Theorie es verlangt. Voigt***) endlich lieferte die experimentelle Bestätigung, dass, ebenfalls der Theorie entsprechend, die hexagonal-trapezoëdrisch-tetartoëdrischen Krystalle rhomboëdrisch-hemiëdrische Symmetrie der Elasticität besitzen.

Ein anderer mehr praktisch verwerthbarer Versuch besteht darin, ob es möglich ist, durch Untersuchung kreisförmiger Platten die Symmetrieverhältnisse der Elasticität innerhalb der Ebene dieser Platten zu bestimmen, mit anderen Worten, ob diese Methode Aufschluss über das Krystallsystem zu geben vermag. Vater glaubt dieses bejahen zu können.

Eine weitere, nicht weniger interessante Frage ist die: Verhalten sich

*) Diese Zeitschr. **10**, 41.

) Diese Zeitschr. **11, 549.

***) Referat am Schlusse dieses Heftes unter »Auszüge« Nr. 8.

die isomorphen Körper auch analog in Bezug auf ihre Elasticität, und welchen Einfluss übt bei isomorphen Körpern die Vertauschung eines Elementes mit einem anderen auf die Elasticitätscoëfficienten?

Zur Beantwortung dieser Frage suchte ich die Elasticitätscoëfficienten des Chrom- und des Eisenalauns zu bestimmen.

Wie der Kalialaun, so bereiten auch die beiden genannten Körper mancherlei Schwierigkeiten bei der Herstellung der Stäbchen, weil es schwierig ist, solches Material zu finden, aus welchem sich genügend lange fehlerfreie Stäbchen von gewünschter Richtung herausschneiden lassen. Dazu kommt, dass der Chromalaun wegen seiner Undurchsichtigkeit kleine Fehler im Innern nicht sehr hervortreten lässt. Hält man aber die polirten Stäbchen direct vor eine stärkere Lichtquelle, so kann man nicht allzu kleine Störungen der Homogenität leicht erkennen.

Da es die regulären Körper nicht gestatten, sich nachträglich auf optischem Wege über die Genauigkeit der Orientirung zu vergewissern, so fertigte ich, ähnlich wie früher, meine Stäbchen selbst an. Bei dieser Gelegenheit fand ich, dass der Chromalaun (wohl wegen seines eigenen Wassergehaltes) sich am besten poliren lässt, wenn man ihn auf der trockenen Glasplatte schleift. Ich schnitt eine Anzahl Stäbchen senkrecht zu O, zu $\infty O \infty$, und zu ∞O.

Zu den Dimensionsbestimmungen benutzte Voigt neuerdings ein Fühlhebel-Sphärometer, bei welchem statt der Libelle eine durch den Hebel unterbrochene Telephonleitung den Moment der Berührung der Sphärometerschraube mit der Platte anzeigte. Um kleine Unebenheiten der Platte unschädlich zu machen, wandte er bei der Dickenbestimmung beträchtlichen Druck an. Ich habe früher durch mehrfache Vergleiche zwischen Sphärometern mit Libellen und mit Interferenzstreifen die Ueberzeugung gewonnen, dass letztere vorzuziehen seien. Grösserer Druck musste bei meinem Material durchaus vermieden werden, da selbst der schwächste kleine Grübchen in die Platte bohrte. Die Dickenbestimmung geschah an neun Stellen, je drei vertheilten sich auf die beiden Querschnitte über den Lagerstellen, die drei anderen genau auf die Mitte zwischen beiden; an jedem dieser drei Querschnitte wurde zwei Bestimmungen am äussersten Rande und eine genau in der Mitte vorgenommen; die letztere geschah zweimal; von den vier auf einen Querschnitt bezüglichen Beobachtungen wurde sodann das Mittel genommen. Da die so gefundenen Querschnittsdicken nur kleine Differenzen ergaben, so wurde nicht, wie es genauer wäre, die Krümmungscurve der Stäbchendicke in der Längsaxe ermittelt*), sondern aus den drei Querschnittsdicken in der Weise das Mittel h genommen, dass die mittlere doppelt in Rechnung kam.

*) Diese Zeitschr. **11**, 96.

Die Breite b der Stäbchen wurde auf der Mitte der schmalen Seiten derselben drei Querschnitte bestimmt, und ebenso das Mittel gebildet, wie vorhin.

Die Bestimmung der Längen l und Senkungen s geschah mit dem von mir früher beschriebenen Apparate*). Da jedoch die (polirten) Flächen des Chromalauns das gelbe Natriumlicht nicht reflectiren, so wurde genau unter der belasteten Stelle ein kleines Glasplättchen angekittet**).

Auf eine andere Erscheinung möchte ich noch aufmerksam machen, die ich auch schon bei der Untersuchung des Kalialauns beobachtete. Beim Belasten ist die Senkung nicht selten um ein bis zwei halbe Wellenlängen grösser, als beim Entlasten; gewöhnlich springen aber dann die Streifen kurz nach völliger Auslösung der Arretirung von selbst oder bei gelindem Anstoss um ebensoviel wieder zurück. Beim Entlasten wurde letzteres nicht beobachtet.

Die von der Durchbiegung und den Eindrückungen der Lager und der Stäbchen an den aufliegenden Stellen herrührende Senkung, welche von der beobachteten in Abzug zu bringen ist, lässt sich für jeden Apparat (dieser Art) genau bestimmen. Ich fand sie bei meiner früheren Untersuchung von der Breite der Stäbchen unabhängig. Vater fand dies bestätigt, und sogar für sehr verschiedene Substanzen nahezu gleich grosse Werthe hierfür. Bei dem von mir benutzten Apparate betrug dieselbe für je 0,1 kg Belastung 0,5 halbe Wellenlängen, während Vater an einem ganz gleich gebauten Apparate auffallenderweise gerade die Hälfte, 0,224 halbe Wellenlängen, beobachtete.

Die Beobachtung und Rechnung ergab Folgendes:

der Abstand l der Lager betrug bei allen Beobachtungen 12,032 mm.

Chromalaun.

Stäbchen	h	b	s in halben Wellenlängen des Natriumlichtes reducirt auf 0,1 kg Bel.	E		
1_α	1,540	4,156	5,86—0,5	1909 (1818)		$\perp : O$
2_α	0,965	4,575	22,29—0,5	1683 (1650)	1726 (1680)	$\perp : \infty O$
2_β	1,335	4,491	8,60—0,5	1770 (1707)		
3_α	1,600	4,405	6,08—0,5	1538 (1465)	1618 (1534)	$\perp : \infty O \infty$
3_β	1,658	3,891	5,70—0,5	1697 (1603)		

*) Diese Zeitschr. **10**, 41.

) Diese Zeitschr. **9, 206.

Eisenalaun.

	h	b	s	E	
1_α	1,187	3,396	16,17—0,5	1711 (1661)	1862 (1808) $\perp : \infty O$
1_β	1,275	4,664	8,32—0,5	2013 (1955)	

Die Werthe E sind für die Einheiten kg und mm berechnet nach der Formel:

$$E = \frac{1}{4} \cdot \frac{P}{s} \frac{l^3}{h^3 b} \left\{1 + 3\left(\frac{h}{l}\right)^2\right\},$$

die eingeklammerten Zahlen nach der Formel:

$$E = \frac{1}{4} \frac{P}{s} \frac{l^3}{h^3 b}.$$

Setzen wir $\frac{1}{E} = P$, so folgt aus der Neumann'schen Gleichung*):

$$\frac{1}{E} = \left(\frac{1}{2e} - \frac{B}{(A-B)(A+2B)}\right) - \left(\frac{1}{2e} - \frac{1}{A-B}\right)(\alpha_3^4 + \beta_3^4 + \gamma_3^4)$$

$$4P_{\infty O} - (3P_O + P_{\infty O \infty}) = 0.$$

Die mit Hülfe dieser Gleichnng berechneten Werthe sind also für den Chromalaun:

	$E_{\infty O \infty}$	$E_{\infty O}$	E_O
beobachtet:	1618	1726	1909
	(1534)	(1680)	(1818)
berechnet:	1608	1771	1832
	(1529)	(1707)	(1768)

Von Interesse ist ein Vergleich der bis jetzt bekannten Elasticitätscoëfficienten.

Reguläre Körper:

	$E_{\perp : \infty O \infty}$	$E_{\perp : \infty O}$	$\frac{E_{\infty O \infty}}{E_{\infty O}}$	
Steinsalz	4186	3482	1,20	(Voigt)
Flussspath	13940	9527	1,46	-
Sylvin	4010	2088	1,92	(Koch)
Chlors. Natron	4047	3190	1,27	-
Kalialaun	1806	1987	0,90	(Beckenkamp)
Chromalaun	1608	1771	0,90	-
Eisenalaun	—	1862	—	-

*) Vergl. diese Zeitschr. **10**, 41.

Hexagonale Körper:

	E_0*)	$E_{\pm 45}$	E_{90}	
Beryll	21650	17960	23120	(Voigt)

Rhomboëdrische resp. trapezoëdrische Körper:

	E_0	E_{+45}	E_{-45}	E_{90}	
Quarz	10304	8405	13050	7853	(Voigt)
Kalkspath	5010	7720	4412	4904	(Baumgarten)

Monosymmetrische Körper:

Gyps	parallele Spaltungsfläche	Emax. 8870	Emin. 3130	(Coromilas)
Glimmer	-	-	- 22133	- 15543 *)	-

Körper ohne bestimmte Richtung:

Eis	641	(Koch)	Messing	10698	(Koch)
Glas	6552	-	Stahl	19000	-

Im Allgemeinen haben die härteren Körper grössere Elasticitätscoëfficienten; eine strenge Regel scheint jedoch nicht vorhanden zu sein. Die Elasticität des Quarzes ist geringer als die des Flussspathes.

Wie wenig in demselben Krystall die Cohäsion nach einer bestimmten Richtung dem Elasticitätscoëfficienten entspricht, zeigt die Thatsache, dass sowohl bei dem oktaëdrisch spaltenden Flussspath, als auch bei dem hexaëdrisch spaltenden Steinsalz das Maximum der Elasticität senkrecht zur Würfelfläche, das Minimum senkrecht zur Oktaëderfläche liegt. — Der fast keine Cohäsionsunterschiede zeigende Quarz hat bedeutend grössere Elasticitätsunterschiede, als das sehr vollkommen spaltbare Steinsalz.

Die Alaune sind ausgezeichnet durch ihre auffallend niedrigen Elasticitätscoëfficienten und dadurch, dass bei ihnen $\frac{E_{\infty 0 \infty}}{E_{\infty 0}} < 1$.

Beim Steinsalz ($ClNa$) und beim Sylvin (ClK) ist $E_{\infty 0 \infty}$ ebenfalls nur wenig verschieden, dagegen ist $E_{\infty 0}$ für Steinsalz beträchtlich grösser als für Sylvin.

Vorstehende Dimensionsbestimmungen wurden im physikalischen Institute der Universität Freiburg, die Biegungsbestimmungen im mineralogischen Institute der Universität Strassburg vorgenommen.

Den Herren Professoren Bücking und Warburg sage ich für die freundliche Erlaubniss, die betreffenden Apparate zu benutzen, hiermit besten Dank.

*) Die an E angehängten Indices bezeichnen die Neigung der Längsrichtung der Stäbchen gegen die Hauptaxe; bei den negativen tritt dieselbe aus den Polkanten des positiven Rhomboëders aus, bei den positiven aus den positiven Rhomboëderflächen.

In der Spaltungsebene des Gypses bildet das Maximum im stumpfen Axenwinkel mit der Axe a 75°,4; das Minimum im spitzen Axenwinkel mit derselben Axe 21°,9. In der Spaltungsebene des Glimmers fällt das Minimum mit der Symmetrieaxe zusammen, das Maximum bildet mit ihr 45°; die für den Glimmer angegebenen Zahlen sind nur wenig zuverlässig.

XXXII. Mittheilungen aus dem mineralogischen Institut der Universität Strassburg.

Fortsetzung von Bd. **11**, 587—604.

(Hierzu Taf. VII.)

4. Topas von San Luis Potosi und von Durango in Mexico.

Von

H. Bücking in Strassburg.

(Mit Fig. 1—4.)

In Mexico kommen nach den vorliegenden Litteraturangaben an drei verschiedenen Orten Topaskrystalle vor, einmal zu Durango, wo sie lose in Zinnstein führenden Sanden zusammen mit Durangit gefunden werden, dann zu la Paz in der Provinz Guanajuato und zu San Luis Potosi. Auch an den beiden letzten Orten scheint der Topas ein Begleiter von Zinnerz zu sein. Angaben über die krystallographische Ausbildung der mexicanischen Topase rühren von Hauy*), Hessenberg**), G. vom Rath***), Des Cloizeaux***) und Grünhut†) her. Die drei Erstgenannten beschreiben die Krystalle von Guanajuato; Des Cloizeaux macht Mittheilung von einem ganz ähnlich ausgebildeten Krystall, welchen er von Lawr. Smith i. J. 1873 als einen Topas von Durango, einem schon einige Jahre††) vorher bekannt gewordenen Topas-Fundorte, erhalten hatte, und bestimmt an ihm zwei neue Formen, welche eine ähnliche Lage haben, wie zwei schon von Hessenberg am Topas von la Paz beobachtete, aber wegen ihrer nicht sonderlich guten Beschaffenheit nicht näher untersuchte Flächen; Grünhut

*) Hauy, traité de min, 2. édit. **2**, 1822. Citirt nach Grünhut.

) Hessenberg, mineralog. Notizen. Abhdl. der Senkenb. Naturf. Ges. 1866, **6, 38.

***) Neues Jahrbuch für Mineralogie, 1878, S. 40.

†) Diese Zeitschr. **9**, 157.

††) Vgl. z. B. Dana, a system of mineral. 1868.

endlich bespricht einen Krystall von San Luis Potosi, welcher in seinem Habitus von dem der anderen mexicanischen Topase nicht unbeträchtlich abweicht.

Ob die von Grünhut erwähnte Ausbildung für Topaskrystalle von San Luis Potosi die typische ist, erscheint fraglich, da einer Angabe von Websky*) zufolge einige vor mehreren Jahren in die Berliner Sammlung gelangten Topase aus den Zinnbergwerken von San Luis Potosi den Krystallen von la Paz ähnlich, nur noch mehr in der Verticalaxe verlängert sind, und da das Gleiche auch von einem Topas desselben Fundortes gilt, welchen das hiesige mineralogische Institut vor einigen Jahren von Herrn Dr. Schuchardt in Görlitz erworben hat. Der hiesige vollkommen wasserhelle Krystall misst $7\frac{1}{2}$ mm in der Breite, 5 mm in der Dicke und ist von der unten angespaltenen Basis bis zu dem gut ausgebildeten Ende 6 mm lang. Wird die von Grünhut vorgeschlagene Flächenbezeichnung beibehalten, so sind die an dem Krystall zur Entwicklung gelangten Formen die folgenden:

$M(110)\infty P$, $l(120)\infty\breve{P}2$, $b(010)\infty\breve{P}\infty$, $o(223)\frac{2}{3}P$, $u(113)\frac{1}{3}P$, $i(229)\frac{2}{9}P$, $d(203)\frac{2}{3}\bar{P}\infty$, $p(103)\frac{1}{3}\bar{P}\infty$, $h(209)\frac{2}{9}\bar{P}\infty$, $\delta(4.0.15)\frac{4}{15}\bar{P}\infty$, $y(043)\frac{4}{3}\breve{P}\infty$, $f(023)\frac{2}{3}\breve{P}\infty$, $c(001)0P$, $q(429)\frac{4}{9}\bar{P}2$.

Die relative Grösse der einzelnen Flächen ergiebt sich aus der Abbildung Fig. 1; nur die kleine Fläche δ, welche an dem nur wenig verzerrten Krystall als schmale Abstumpfung der Kante [$1\bar{1}3$, 229] erscheint, ist in der Figur nicht gezeichnet. Sämmtliche Flächen, insbesondere die grösseren, besitzen einen starken Glanz und sind recht eben; erst bei mehrfacher Vergrösserung beobachtet man auf einzelnen Flächen regelmässig gestaltete Aetzeindrücke und auf der Fläche d eine eigenthümliche feine Aederung.

Die Winkelmessungen sind bei der vorzüglichen Beschaffenheit der Flächen recht genau. Von den von Kokscharow am russischen Topas ermittelten Werthen ergaben sich, wie folgende Zahlen zeigen, nur sehr geringe Abweichungen.

Es wurde gefunden und berechnet am Topas von

	Potosi		Russischer Topas
	Gemessen:	Berechnet:	
$(110):(1\bar{1}0)$ =	*55° 46′	—	55° 43′
$(001):(203)$ =	*61 1	—	61 1
$(001):(113)$ =	45 37	45° 36′	45 35
$(001):(043)$ =	62 24	62 22	62 20

*) Neues Jahrb. f. Min. 1878, S. 41. Diese Angabe, sowie die an derselben Stelle abgedruckte Mittheilung Des Cloizeaux's scheint Grünhut unbekannt gewesen zu sein; in dem von ihm l. c. gegebenen Flächenverzeichniss fehlen deshalb auch die von Des Cloizeaux und G. vom Rath an dem mexicanischen Topas bestimmten Formen.

Die mit einem * bezeichneten Winkel führen zu dem Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,5291 : 1 : 1,4328;$$

die aus diesem berechneten Winkel (001):(113) und (001):(043) liegen in der Mitte zwischen den beobachteten und den für den russischen Topas bestimmten Werthen.

Zu erwähnen ist noch, dass als eine sehr schmale und deshalb nicht genau messbare Abstumpfung der Kante [001, 229] eine flache Pyramidenfläche erscheint, von welcher es unentschieden bleiben muss, ob ihr das Zeichen (2.2.15)$\frac{2}{15}P$ oder (117)$\frac{1}{7}P$ zukommt; der Winkel gegen (001) beträgt für diese Formen 22° 12′ resp. 23° 37′, während der gemessene 22° 49′ ist. Auch die Kante [113, 203] ist durch eine sehr schmale und anscheinend in dieser Zone etwas gekrümmte Fläche abgestumpft, deren Winkel zu (203) annäherungsweise zu 15—17° bestimmt wurde. Es wurde ferner nachgewiesen, dass diese Fläche auch in der Zone [120, 223] gelegen und gegen (223) unten einem Winkel von 16° 48′ geneigt ist. Sie ist demnach mit der von Kokscharow aufgefundenen Form $q(429)\frac{4}{9}\bar{P}2$ (Winkel gegen (203) berechnet zu 15° 41′, gegen (223) berechnet zu 16° 43′) zu identificiren. Die gleiche Form tritt auch an den unten beschriebenen ähnlichen Topaskrystallen von Durango ziemlich häufig auf. Für die schmalen Flächen, welche die Kanten yo = [043, 223] und yl = [043, 120] abstumpfen, lässt sich kein sicheres Zeichen angeben; es liegt aber nahe, sie mit den von Des Cloizeaux an den Krystallen von Durango bestimmten und von Hessenberg an dem Topas von la Paz in ähnlicher Lage beobachteten Formen zu vergleichen: Die Neigung der in der Zone yl gelegenen Fläche $\pi_1(8.52.27)\frac{52}{27}\breve{P}\frac{3}{2}$ gegen y bestimmte Des Cloizeaux zu 18° 0′ und 16° 40′ (berechnet 17° 6′), während hier annäherungsweise 15° 27′ gefunden wurde; andererseits beträgt die Neigung der an der Kante yo auftretenden Fläche $\Phi(489)\frac{8}{9}\breve{P}2$ gegen y 37° 54′ (ber. 38° 0′ Des Cl.), während hier die ähnlich liegende Fläche mit y einen weit stumpferen Winkel (ca. 9° 0′) bildet.

Im letzten Sommer erwarb das hiesige mineralogische Institut einige Topaskrystalle von Durango, welche die nähere Fundortsbezeichnung Coneto, am Fusse des La Cumbre, Durango (Nr. 7 und 8) und Hacienda de Lajas, Coneto, Durango (Nr. 2—6) tragen*). In ihrem allgemeinen Habitus stimmen die Krystalle, von welchen etwa 100 an der Zahl zur Auswahl vorlagen, mit der von Des Cloizeaux gegebenen Beschreibung überein; indessen sind auch einzelne mehr dem eben erwähnten Krystall von San Luis Potosi und wieder andere dem von Hessenberg abgebildeten Topas

*) Im grossen Kiepert'schen Handatlas sind südsüdwestlich von Durango die Orte Comito und Lajas angegeben. Ob sich die Fundortsbezeichnung der Etiquetten auf diese Localitäten bezieht, konnte nicht ermittelt werden.

von la Paz so ähnlich, dass man fast vermuthen möchte, es stammten alle diese Krystalle von demselben Fundorte oder seien wenigstens unter annähernd den gleichen Bedingungen zur Ausbildung gelangt. Dem von Grünhut beschriebenen Topas von San Luis Potosi glich keiner der untersuchten Krystalle; es verhält sich also jener bezüglich seiner Ausbildung vollkommen verschieden von den anderen bis jetzt von Mexico bekannt gewordenen Topasen.

Nach der mehr oder minder grossen Zahl von Flächen lassen sich unter den zur Durchsicht gelangten Krystallen von Durango zwei verschiedene Typen unterscheiden, eine einfachere Combination, wie sie in Fig. 3 gezeichnet ist, und eine flächenreichere. In beiderlei Ausbildungsweisen besitzen die Krystalle das gleiche Axenverhältniss. Dasselbe stimmt so gut mit dem von Kokscharow für die russischen Topase angegebenen

$$a : b : c = 0,5285 : 1 : 1,4309^{*)}$$

überein, dass man dieses auch als gültig für die Topase von Durango ansehen kann. Es wurde nämlich gefunden:

	Durango gemessen:	Russland berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$	$= 55^0 43'$	$55^0 43'$
$(001):(203)$	$= 61 \quad 0$	$61 \quad 1$
$(223):(023)$	$= 52 \quad 33\frac{1}{2}$	$52 \quad 33\frac{1}{2}$
$(223):(203)$	$= 24 \quad 46\frac{1}{2}$	$24 \quad 48\frac{1}{2}$

Die Grösse der untersuchten Krystalle war etwa die gleiche wie die des oben besprochenen Topases von San Luis Potosi; nur ein Krystall (Nr. 2) war etwas grösser, nämlich 9 mm breit, 6 mm dick und 8 mm lang. Sämmtliche Krystalle sind vollkommen klar und wasserhell; doch wurden auch rothe und solche von schwach gelblicher Färbung beobachtet, ganz entsprechend der Angabe von Des Cloizeaux, der zufolge sich ausser wasserhellen noch rosafarbene, rothe, bräunlichrothe, schwarze und auch graue Varietäten zu Durango finden sollen.

Alle Krystalle ohne Ausnahme sind nur mit dem einen Ende frei ausgebildet und zeigen die Formen $M(110)\infty P$, $l(120)\infty\breve{P}2$, $o(223)\frac{2}{3}P$ und $y(043)\frac{4}{3}\breve{P}\infty$. Das Brachypinakoid $b(010)\infty\breve{P}\infty$ fehlt nur an zwei der durchmusterten Krystalle vollständig; gewöhnlich ist es klein entwickelt und nur durch eine Fläche vertreten. In dem im Allgemeinen selteneren Falle, dass die Krystalle lediglich die eben genannten Formen besitzen, haben sie fast immer das Ansehen der Fig. 3. Die Prismen M und l sind dann von gleicher Grösse oder M herrscht etwas vor; die Endflächen o und y, in der Regel nahezu gleich gross, bilden zusammen eine hexagonale Pyramide, deren Spitze zuweilen etwas gerundet erscheint. Nur an einem Krystall,

*) Bei Grünhut ist l. c., S. 158, ein störender Druckfehler stehen geblieben; es soll dort Z. 17 v. u. heissen 1,43094 statt 1,43049.

welcher durch seine rothe Farbe und durch das Fehlen des Brachypinakoids *b* ausgezeichnet war, trat *y* gegen *o* zurück, und war die Spitze von *o* durch eine sehr kleine Basisfläche abgestumpft. Die Flächen von *o* sind gewöhnlich durch ebene Beschaffenheit und Glanz ausgezeichnet; dagegen ist an dem Brachydoma *y* und an den Flächen der Prismenzone häufiger eine feine Täfelung oder Granulirung wahrnehmbar.

Neben diesen einfachen Combinationen finden sich auch flächenreichere Krystalle. Sie lassen ausser den erwähnten Formen die Flächen von *d*(203) oder von *u*(113), auch wohl die Basis *c*(001) und *f*(023) erkennen; namentlich aber sind an ihnen, ganz ähnlich wie an vielen anderen Topasvorkommen*), die Kanten *oy* [223, 043], *ol* [223, 120] und *yl* [043, 120], zuweilen auch die Kanten *od* [223, 203], *of* [223, 023], *df* [203, 023] und *dM* [203, 110], durch kleine schmale, aber selten messbare Flächen ersetzt. Nicht selten erscheinen die Kanten durch diese schmalen Abstumpfungen ganz gerundet und die Krystalle machen den Eindruck, als ob die Abrundung der Kanten durch Aetzung entstanden sei. Auf eine solche deuten namentlich regelmässig gestaltete Vertiefungen, welche sich, oft in winziger Grösse, vereinzelt oder in grosser Menge dicht nebeneinander auf den Flächen finden, zuweilen auch, schon mit blossem Auge sichtbar, alle Flächen gleichmässig bedecken und deren rauhe Beschaffenheit bedingen.

An anderen Krystallen beobachtet man an Stelle der genannten Combinationskanten schmale, wenig tiefe Furchen, welche nicht wohl durch Anätzung entstanden sein können. Zu ihrer Erklärung wird man vielmehr annehmen müssen, dass im letzten Stadium der Krystallbildung eine beschränkte Stoffzufuhr eintrat, und nur noch eine langsame und — wie die mehr oder weniger regelmässigen Erhabenheiten auf den Flächen beweisen — ungleichmässige Anlagerung von Molekülen auf den mittleren Theilen der Flächen stattfand, während an den Kanten das Wachsthum derart zurückblieb, dass an ihrer Stelle schmale rinnenförmige Vertiefungen mit beiderseits mehr oder weniger gerundeten Rändern sich herausbildeten.

Wenn man von den ebenerwähnten schmalen Flächen absieht, so zeigen die Combinationen vielfache Uebergänge von Gestalten von dem Aussehen der Fig. 3 in solche, welche dem in Fig. 1 abgebildeten Krystall von San Luis Potosi vollkommen gleichen. Immerhin sind am häufigsten Krystalle, welche, etwa entsprechend der Fig. 2, in der Ausbildung der vorherrschenden Flächen die Mitte zwischen den in Fig. 1 und 3 abgebildeten Typen halten; sie zeigen gewöhnlich die schmalen kantenabstumpfenden Flächen in besserer Entwicklung als jene, also verhältnissmässig breit und eben ausgebildet.

*) Vgl. z. B. Groth, Topas einiger Zinnerzlagerstätten etc. Zeitschr. d. d. g. Ges. 1870, 381 etc.

Unter der grossen Zahl von Krystallen, welche mir Herr Dr. Schuchardt in Görlitz bereitwilligst zur Auswahl überliess, waren sieben besonders gut ausgebildet und für die Messung geeignet. Die schmalen kantenabstumpfenden Flächen waren an ihnen im Allgemeinen eben und zuweilen mehr als $\frac{1}{10}$ und $\frac{1}{5}$ mm breit; eine Bestimmung derselben durch Messung durfte also mit Aussicht auf Erfolg versucht werden. Dabei ergab es sich, dass einige dieser schmalen Flächen als sog. vicinale Flächen zu betrachten sind; für andere aber war diese Deutung nicht zulässig, weil entweder die gemessenen Winkel oder die Lage der Flächen in zwei durch einfache Symbole charakterisirten Zonen auf Formen mit niederen Indices hinwiesen. Was die Genauigkeit der Winkelmessungen anlangt, so ist es wohl nicht überflüssig, hier zu bemerken, dass, wie Websky*) nachgewiesen hat, Flächen, deren Breite unter ein gewisses Maass herabsinkt, nicht mehr mit solcher Präcision bestimmt werden können, wie dies manche Autoren**) gerade für solche kleine Flächen für möglich halten oder wünschen möchten. Zur Zeit müssen daher noch, wohl oder übel, approximative Bestimmungen versucht werden, oder man muss ganz auf eine Untersuchung sehr kleiner Flächen verzichten. Es ist auch einleuchtend, dass, wenn es sich um Flächen von verschwindenden Dimensionen handelt, bei der Unmöglichkeit, ein scharfes Reflexbild von denselben zu erhalten, mag ihre Beschaffenheit auch die denkbar beste sein, eine allzu gute Uebereinstimmung zwischen Messung und Berechnung nicht immer eine Bürgschaft für die Richtigkeit der Bestimmung und eine Berücksichtigung der Secunden beim Messen der Winkel von keiner Bedeutung ist.

In der Prismenzone wurde ausser den gross ausgebildeten Formen $M(110)$ und $l(120)$, welche hin und wieder auch schmale, der Verticalaxe nicht parallel verlaufende Vicinalflächen tragen, nur noch das Brachypinakoid $b(010)$ und an einem Krystall (Nr. 8) ein noch nicht bekanntes Makroprisma $^*\zeta(410)\infty\bar{P}4$ mit seinen sämmtlichen, aber nur schmal entwickelten Flächen beobachtet. An einem anderen Krystall (Nr. 2) konnte das Prisma $\lambda(470)\infty\breve{P}\frac{7}{4}$ als Vicinalfläche auf l bestimmt werden. Die gemessenen Werthe verglichen mit den berechneten sind in der unten folgenden Tabelle angegeben.

Das Makrodoma $d(203)\frac{2}{3}\bar{P}\infty$ kommt häufig und in der Regel ziemlich gross ausgebildet vor. Seltener und immer nur klein ist $p(103)\frac{1}{3}\bar{P}\infty$. Nur einmal aufgefunden wurden (an Krystall Nr. 4) $V(102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ und $^*\varkappa(305)\frac{3}{5}\bar{P}\infty$.

*) Websky, diese Zeitschr. 3, 241 etc.

**) Vgl. z. B. Goldschmidt, Index der Krystallformen der Mineralien, 1886, wo an verschiedenen Stellen bei winzigen Flächen auf geringe Differenzen zwischen berechneten und beobachteten Werthen und zwischen letzteren untereinander ein grösseres Gewicht gelegt wird, als das nach den Ausführungen Websky's zulässig erscheint.

Von den Brachydomen fehlt $y(043)\frac{4}{3}\breve{P}\infty$ niemals; $f(023)\frac{2}{3}\breve{P}\infty$ ist ziemlich häufig, erscheint aber gern als stark ausgehöhlte Fläche. Diese Aushöhlung ist wohl weniger die Folge einer nachträglichen Anätzung, welche allerdings bei manchen Krystallen erfolgt ist, als vielmehr durch ein an den Kanten rascher als in der Mitte dieser Fläche sich vollziehendes Wachsthum entstanden. Nur einmal beobachtet wurde als schmale Abstumpfung der Kante by [010, 043] das steile Brachydoma $^*\Delta(052)\frac{5}{2}\breve{P}\infty$.

Unter den Pyramiden der Grundreihe sind $o(223)\frac{2}{3}P$, $u(113)\frac{1}{3}P$ und $i(229)\frac{2}{9}P$ am häufigsten. Die Flächen von o sind sehr gross und glänzend, die von u bei weitem kleiner, oft nur $\frac{1}{4}$ mm breit; i tritt sehr oft unvollzählig auf. An einem Kystall (Nr. 7) wurde zwischen o und u noch eine sehr schmale Fläche von $Z(112)\frac{1}{2}P$ und zwischen $M(110)$ und o eine Fläche von $^*\mathfrak{w}(665)\frac{6}{5}P$ beobachtet. Ein anderer Krystall (Nr. 6) zeigte ganz schmal $e(443)\frac{4}{3}P$ gleichzeitig in der Zone ldy [120, 203, 0$\bar{4}$3]. An einem dritten Krystall (Nr. 3) war zwischen o und u die Pyramide $^*\Gamma(5.5.11)\frac{5}{11}P$ mit mehreren Flächen ausgebildet; die nahezu übereinstimmenden Messungen erlaubten nicht, statt (5.5.11) das einfachere Zeichen (449) zu setzen, da sich sonst gegenüber dem berechneten Werthe ein Unterschied von etwa 1^0 ergeben hätte. Als flache Erhebung (Vicinalfläche) über o erscheint am Krystall Nr. 2 $\mathfrak{i}(16.16.21)\frac{16}{21}P$. Andere Vicinalflächen auf o gelangten zwar zur Beobachtung, aber sie wurden ebenso wie die auf den Flächen u, d und p, nicht näher untersucht.

Abgeleitete Pyramiden wurden auf Grund der unten mitgetheilten Messungsresultate in folgenden Zonen bestimmt:

1) In Zone ofo [223, 023] an Krystall Nr. 2 ganz symmetrisch rechts und links von (023) folgende mehr oder weniger schmale Flächen:

$$^*\Theta(8.10.15)\tfrac{2}{3}\breve{P}\tfrac{5}{4},\ ^*\Delta(10.14.21)\tfrac{2}{3}\breve{P}\tfrac{7}{5},\ ^*\Sigma(8.14.21)\tfrac{2}{3}\breve{P}\tfrac{7}{4},$$
$$^*\Omega(4.10.15)\tfrac{2}{3}\breve{P}\tfrac{5}{2},\ ^*\mathfrak{P}(2.10.15)\tfrac{2}{3}\breve{P}5.$$

Die ausserdem noch beobachtete Pyramide $\frac{2}{3}\breve{P}12$ (1.12.18) dürfte wohl, schon wegen ihrer Lage in der Vertiefung auf f, als eine vicinale Form dieses Brachydomas zu betrachten sein; auch würde das Zeichen $\frac{2}{3}\breve{P}10$ besser zu den übrigen passen und daher die durch letzteres charakterisirte Form mit mehr Wahrscheinlichkeit zu erwarten sein, als $\frac{2}{3}\breve{P}12$. Jedenfalls verdient das einfache Verhältniss, in welchem die Parameter der Brachydiagonalen der angegebenen Pyramiden zu einander stehen, Beachtung.

2) In der Zone $Mduf$ [110, 203, 1$\bar{1}$3, 0$\bar{2}$3] liegen zwischen d und u mehrere, höchstens bis $\frac{1}{4}$ mm breite Flächen, von welchen $^*\mathfrak{L}(12.2.21)\frac{4}{7}\bar{P}6$, $\tau(316)\frac{1}{2}\bar{P}3$, $^*\mathfrak{S}(6.4.15)\frac{2}{5}\bar{P}\frac{3}{2}$ und $q(429)\frac{4}{9}\bar{P}2$ sicher bestimmt werden konnten; q wurde an drei Krystallen sowohl in dieser als auch in der Zone bo [1$\bar{2}$0, 2$\bar{2}$3] nachgewiesen. Zwischen d und M ist eine zugleich auch der Zone yoM [043, 223, 1$\bar{1}$0] angehörige Fläche $^*\mathfrak{U}(313)\bar{P}3$ und ferner noch

*$\mathfrak{T}$(10.4.9)$\frac{10}{9}\breve{P}\frac{5}{2}$ vorhanden. Endlich zwischen u und f und gleichzeitig in der Zone ou [$\bar{2}\bar{2}3$, $\bar{1}\bar{1}3$] findet sich ϑ(136)$\frac{1}{2}\breve{P}3$; eine andere, ebenfalls zwischen u und f angetroffene etwas gekrümmte Abstumpfung erlaubte keine sichere Bestimmung. Dagegen wurde zwischen M($\bar{1}\bar{1}0$) und f(0$\bar{2}$3) die auch in der Zone yo [0$\bar{4}$3, $\bar{2}\bar{2}3$] aufgefundene Fläche *q_2(133)$\breve{P}3$ nachgewiesen.

3) Die Kante zwischen o(223) und d(203) wird abgestumpft durch Pyramiden, welche an einigen Krystallen mit je vier Flächen entwickelt sind, nämlich durch *$\mathfrak{E}$(10.8.15)$\frac{2}{3}\bar{P}\frac{5}{4}$, *$\mathfrak{G}(629)\frac{2}{3}\bar{P}3$ und *$\mathfrak{H}$(416)$\frac{2}{3}\bar{P}4$. Von diesen ist $\mathfrak{G}$ ausgezeichnet durch seine gleichzeitige Lage in der Zone [$\bar{2}$23, 113], wie an Krystall Nr. 6 wirklich bestätigt werden konnte. Zwischen o und b liegt die Pyramide *k_1(283)$\frac{8}{3}\breve{P}4$, eine zwar sehr schmale, aber häufig auftretende Fläche, welche durch ihre Lage auch in der Zone [043, 120] an der Kante yl vollkommen sicher bestimmt ist.

4) In der Zone ydl [043, 203, $\bar{1}$20] wurden ausser der eben erwähnten, auch in der Zone ob [$\bar{2}$23, 010] gelegenen Pyramide k_1(283) und der Pyramide e(443)$\frac{4}{3}P$ noch mehrere schmale Abstumpfungen der Kante yl beobachtet; die Messungen ergaben aber zu ungenaue Resultate, als dass sie zu einer Bestimmung der Flächen hätten verwerthet werden können. Auch die von Des Cloizeaux früher aufgefundene Fläche τ_1(8.52.27)$\frac{52}{27}\breve{P}\frac{13}{2}$ — für welche übrigens das Zeichen (163)$2\breve{P}6$ viel grössere Wahrscheinlichkeit zu haben scheint*) — konnte nicht beobachtet werden.

5) Zwischen y(043) und o(223), mit diesen beiden Flächen in derselben Zone, liegen vier ihrem Zeichen nach sicher bestimmte Flächen, nämlich die von Des Cloizeaux am Topas von Durango bereits gemessene Pyramide Φ(489)$\frac{8}{9}\breve{P}2$, ferner *φ_1(356)$\frac{5}{6}\breve{P}\frac{5}{3}$, *$\varphi_2(133)\breve{P}3$, welche auch der Zone $Mduf$ angehört, und die gleichzeitig in der Zone lfo [120, 023, $\bar{2}\bar{2}3$] aufgefundene *φ_3(2.10.9)$\frac{10}{9}\breve{P}5$. Drei andere, ebenfalls sehr schmale Flächen ergaben nicht so zuverlässige Messungsresultate, dass ihre Zeichen hätten festgestellt werden können; sie nähern sich aber Formen wie $\frac{5}{6}\breve{P}15$, $\frac{20}{21}\breve{P}\frac{5}{2}$ und $\frac{7}{9}\breve{P}\frac{7}{5}$. In derselben Zone liegt zwischen o(223) und M(1$\bar{1}$0) noch die Fläche *$\mathfrak{U}$(313)$\bar{P}3$, welche wie oben erwähnt wurde, auch der Zone [203, 110] zugehört. — Die von Hessenberg an Krystallen von la Paz vermuthete Pyramide σ(7.14.12)$\frac{7}{6}\breve{P}2$ wurde an den gemessenen Krystallen nicht beobachtet, auch nicht die von G. vom Rath approximativ bestimmte λ(153)$\frac{5}{3}\breve{P}5$.

6) Die Flächen, welche die Kante lo [120, 223] abstumpfen, wurden an drei besonders hierzu geeigneten Krystallen einer Messung unterzogen; aber nur an einem Krystall (Nr. 8) zeigten die im Allgemeinen sehr schmal

---

*) Auch Des Cloizeaux betrachtet das von ihm angegebene Symbol nicht als sicher gestellt.

ausgebildeten Flächen so deutliche Reflexbilder, dass ihre Zeichen bestimmt werden konnten; sie sind $*q_1(343)\frac{4}{3}\breve{P}\frac{4}{3}$ und $*q_2(7.12.3)4\breve{P}\frac{12}{7}$. Ausserdem liegen in dieser Zone, zwischen o und p, noch die Pyramide $q(429)\frac{4}{9}\bar{P}2$, welche auch bereits in der Zone du [203, 113] angetroffen wurde, und zwischen $f(0\bar{2}3)$ und $l(\bar{1}\bar{2}0)$ die Pyramide $*\varphi_3(\bar{2}.\bar{1}\bar{0}.9)\frac{10}{9}\breve{P}5$, welche der unter 5) erwähnten Zone angehört.

7) In der Zone [113, $1\bar{1}3$] war an einem Krystall (Nr. 7) rechts und links von der sehr schmal entwickelten Fläche $p(103)$, breiter ausgebildet als diese Fläche und recht gut bestimmbar, die Form $*p_1(13.9.39)\frac{1}{3}\bar{P}\frac{13}{9}$. Die aus den einfacheren Symbolen $(7.5.21)\frac{1}{3}\bar{P}\frac{5}{7}$ und $(329)\frac{1}{3}\bar{P}\frac{3}{2}$ berechneten Winkel weichen zu sehr von dem beobachteten ab, als dass eines der letzteren an die Stelle jenes complicirteren gesetzt werden könnte. Auch die in der Zone yo gelegene Fläche $*\varphi_2(133)\breve{P}3$ gehört der Zone [113, $1\bar{1}3$] an.

8) An dem Krystall Nr. 6 schneiden sich (223) und ($\bar{1}13$) in einer Kante, welche durch drei Flächen abgestumpft erscheint. Von diesen wurde eine etwas breiter ausgebildete als $\vartheta(136)\frac{1}{2}\breve{P}3$ erkannt; sie liegt ausserdem noch in der Zone $Mduf$. Die beiden anderen erlaubten keine sichere Bestimmung. Es musste, trotzdem der berechnete Winkel von 86° 4′ mit dem gegen (223) gemessenen 86° 0′ sehr gut übereinstimmt, unentschieden bleiben, ob die eine Fläche bei ihrer Kleinheit als $\frac{5}{14}\breve{P}\frac{15}{11}(11.15.42)$ gedeutet werden darf, und ob die andere Fläche, deren Neigung gegen (223) zu 6° 43′ bestimmt wurde, wirklich genau in der Zone [223, $\bar{1}13$] und nicht vielmehr in der Zone [223, 023] gelegen ist. Im letzteren Fall würde die am Krystall Nr. 2 beobachtete Fläche das Zeichen $(8.10.15)\frac{2}{3}\breve{P}\frac{5}{4}$ (8.10.15 : 223 = 6° 19′ berechnet), im ersteren das Zeichen $(20.24.39)\ \frac{8}{13}\breve{P}\frac{6}{5}$ (20.24.39 : 223 = 6° 33′ berechnet) erhalten. — In der Zone ou [223, $\bar{1}13$], aber nicht zwischen den beiden Flächen o und u, sondern auf der anderen Seite von u, liegt noch die auch in der Zone odo [$\bar{2}23$, $\bar{2}03$, $\bar{2}\bar{2}3$] beobachtete Pyramide $*\mathfrak{S}(629)\frac{2}{3}\bar{P}3$.

Durch Zonen, welche an den Krystallen nachgewiesen wurden, sind demnach folgende abgeleitete Pyramiden bestimmt:

$$q(429)\tfrac{4}{9}\bar{P}2,\ *\mathfrak{S}(629)\tfrac{2}{3}\bar{P}3,\ *\mathfrak{U}(313)\bar{P}3,$$
$$\vartheta(136)\tfrac{1}{2}\breve{P}3,\ *\varphi_2(133)\breve{P}3,\ *k_1(283)\tfrac{8}{3}\breve{P}4,\ *\varphi_3(2.10.9)\tfrac{10}{9}\breve{P}5.$$

Ausserdem wurden zur Feststellung der Symbole noch folgende Messungen ausgeführt:

		Berechnet:	Gemessen:	An Krystall Nr.
Für $*\zeta$	(410):(110) =	20° 19′	20° 26′	8
- (λ)	(470):(110)	14 59	15 8	2
- V	(102):(001)	53 32	53 15	4
- $*\varkappa$	(305):(001)	58 22	57 47	4
- $*\varDelta$	(052):(001)	74 23	74 27	4
- Z	(112):(001)	56 50	57 30	7
- $*\mathfrak{w}$	(665):(001)	74 25	74 44	7

		Berechnet:	Gemessen:	An Krystall Nr.
Für	$*\Gamma$ (5.5.11):(001) =	54° 18′	54° 26′	3
-	(i) (16.16.21):(001)	66 48	67 14	2
-	$*\Theta$ (8.10.15):(023)	46 14	45 55	2
-	$*\Delta$ (10.14.21):(023)	43 11	42 33	2
-	$*\Sigma$ (8.14.21):(023)	36 44	36 57	2
-	$*\Omega$ (4.10.15):(023)	27 34	27 48	2
-	*𝔓 (2.0.15):(023)	14 38	14 28	2
-	(1.12.18):(023)	6 13	6 20	2
-	*𝔏 (12.2.21):(203)	5 46	5 33	7
-	τ (316):(203)	11 0	11 11	2
-	*𝔖 (6.4.15):(203)	19 54	20 20	7 u. 3
-	*𝔘 (313):(203)	12 45	12 13	3 u. 2
-	*𝔗 (10.4.9):(203)	15 27	15 36	4
-	*𝔈 (10.8.15):(203)	20 18	20 0	2
-	*𝔊 (629):(203)	8 45	8 53	1
-	*𝔋 (416):(203)	6 39	6 20	2
-	$*k_1$ (283):(203)	61 35	61 45	2, 6 u. 8
-	Φ (489):(043)	37 56	38 31	2
-	$*\varphi_1$ (356):(043)	42 33	42 49	2 u. 6
-	$*\varphi_2$ (133):(043)	28 13	28 7	6
-	$*\varphi_3$ (2.10.9):(043)	18 30	17 51	6
-	*𝔘 (313):(043)	75 3	75 27	2 u. 3
-	q (429):(223)	16 46	16 45	7, 2 u. 6
-	$*q_1$ (343):(120)	20 14	19 58	8
-	$*q_2$ (7.12.3):(120)	8 1	7 54	8
-	$*p_1$ (13.9.39):(113)	5 44	5 39	3 u. 7
-	ϑ (136):(223)	33 0	32 53	6

Die Zahl der Formen, welche an dem mexicanischen Topas vorkommen, hat sich durch die vorliegende Untersuchung nicht unbeträchtlich vermehrt. Für die Krystalle von San Luis Potosi treten zu den von Grünhut angegebenen Formen

$$M(110)\infty P.\ O(560)\infty\breve{P}\tfrac{6}{5},\ l(120)\infty\breve{P}2,\ f(023)\tfrac{2}{3}\breve{P}\infty,\ o(223)\tfrac{2}{3}P,$$
$$u(113)\tfrac{1}{3}P,\ i(229)\tfrac{2}{9}P,$$

von welchem an dem oben beschriebenen Krystall nur $O(560)$ nicht entwickelt war, noch

$$b(010)\infty\breve{P}\infty,\ d(203)\tfrac{2}{3}\bar{P}\infty,\ p(103)\tfrac{1}{3}\bar{P}\infty,\ h(209)\tfrac{2}{9}\bar{P}\infty,\ \delta(4.0.15)\tfrac{4}{15}\bar{P}\infty,$$
$$y(043)\tfrac{4}{3}\breve{P}\infty,\ c(001)0P \text{ und } q(429)\tfrac{4}{9}\bar{P}2.$$

Während die von Hauy, Hessenberg und G. vom Rath beschriebenen Topase von la Paz verhältnissmässig flächenarm sind, — nur die For-

men $M(110)$, $l(120)$, $b(010)$, $c(001)$, $o(223)$, $u(113)$, $i(229)$, $y(043)$, $d(203)$, $\Phi(489)\frac{8}{9}\breve{P}2$, $\tau_1(8.52.27)\frac{52}{27}\breve{P}\frac{13}{2}$ und $\chi(153)\frac{5}{3}\breve{P}5$ sollen an ihnen auftreten —, sind die Krystalle von Durango wieder reicher an Formen. Ausser den von Hauy, Hessenberg und G. vom Rath erwähnten Flächen, welche sämmtlich, mit Ausnahme der Pyramiden $i(229)$ und $\chi(153)$, bereits von Des Cloizeaux beobachtet worden sind, besitzen die oben näher beschriebenen Krystalle, an welchen nur die Pyramiden τ_1 und χ zu fehlen scheinen, noch folgende Formen (vergl. auch die sphärische Projection Fig. 4):

$\lambda(470)\infty\breve{P}\frac{7}{4}$, $^*\zeta(410)\infty\bar{P}4$, $p(103)\frac{1}{3}\bar{P}\infty$, $V(102)\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $^*\varkappa(305)\frac{3}{5}\bar{P}\infty$, $f(023)\frac{2}{3}\breve{P}\infty$, $^*\Delta(052)\frac{5}{2}\breve{P}\infty$, $e(443)\frac{4}{3}P$, $^*\mathfrak{w}(665)\frac{6}{5}P$, $\mathfrak{i}(16.16.21)\frac{16}{21}P$, $Z(112)\frac{1}{2}P$, $^*\Gamma(5.5.11)\frac{5}{11}P$, $^*\Theta(8.10.15)\frac{2}{3}\breve{P}\frac{5}{4}$, $^*q_1(343)\frac{4}{3}\breve{P}\frac{4}{3}$, $^*\Delta(10.14.21)\frac{2}{3}\breve{P}\frac{7}{5}$, $^*q_2(7.12.3)4\breve{P}\frac{12}{7}$, $^*\varphi_1(356)\frac{5}{6}\breve{P}\frac{5}{3}$, $^*\Sigma(8.14.21)\frac{2}{3}\breve{P}\frac{7}{4}$, $^*\Omega(4.10.15)\frac{2}{3}\breve{P}\frac{5}{2}$, $\vartheta(136)\frac{1}{2}\breve{P}3$, $^*\varphi_2(133)\breve{P}3$, $^*k_1(283)\frac{8}{3}\breve{P}4$, $^*\mathfrak{P}(2.10.15)\frac{2}{3}\breve{P}5$, $^*\varphi_3(2.10.9)\frac{10}{9}\breve{P}5$, $^*\mathfrak{L}(12.2.21)\frac{4}{7}\bar{P}6$, $^*\mathfrak{H}(416)\frac{2}{3}\bar{P}4$, $^*\mathfrak{U}(313)\bar{P}3$, $^*\mathfrak{G}(629)\frac{2}{3}\bar{P}3$, $\tau(316)\frac{1}{2}\bar{P}3$, $^*\mathfrak{T}(10.4.9)\frac{10}{9}\bar{P}\frac{5}{2}$, $q(429)\frac{4}{9}\bar{P}2$, $^*\mathfrak{S}(6.4.15)\frac{2}{5}\bar{P}\frac{3}{2}$, $^*p_1(13.9.39)\frac{1}{3}\bar{P}\frac{13}{9}$, $^*\mathfrak{E}(10.8.15)\frac{2}{3}\bar{P}\frac{5}{4}$.

Dass mit diesen 49 (für Durango 45) Formen, unter welchen die mit einem * bezeichneten an Topasen anderer Fundorte noch nicht beobachtet sind, der Formenreichthum des mexicanischen Topases erschöpft sei, ist nicht wohl anzunehmen. Mehrere Flächen konnten an den untersuchten Krystallen nicht mit Sicherheit bestimmt werden, und sehr häufig waren Vicinalflächen sichtbar, deren Studium gewiss noch zu sehr interessanten Aufschlüssen über den complicirten Bau der flächenreichen mexicanischen Topase führen wird.

Nachschrift. Ueber die nach Abschluss der vorliegenden Untersuchung erschienenen Arbeiten über den Topas von Durango siehe weiter unten, S. 451.

5. Topas vom Ilmengebirge*).

Von

Franz Feist in Strassburg.

(Hierzu Fig. 5 und 6.)

Die hiesige Universitäts-Mineraliensammlung besitzt vom Ilmengebirge einen ringsum ausgebildeten, sehr flächenreichen, vollkommen wasserklaren Topaskrystall, welcher in der Richtung der Verticalaxe 7 mm, in der Breite 7 mm und nach der a-Axe 4 mm misst. Derselbe ist sehr verzerrt. Während die eine Seite, die ich zur Vorderseite wählen will, sehr flächenreich ist, ist die Rückseite hauptsächlich von der Prismenfläche M des linken Quadranten eingenommen, welche durch wiederholtes Alterniren mit Flächen von anderen Prismen und Pyramiden eine verticale und horizontale

---

*) Ueber Topas vom Ilmengebirge vgl. auch Seligmann, diese Zeitschr. **3**, 80, sowie Kokscharow, Materialien zur Mineralogie Russlands, Bd. 2 und 3.

Streifung besitzt. Weiterhin zeigt der Krystall noch dadurch eine Verzerrung, dass auf seiner Oberseite die Pyramiden gegenüber den Domen vorwalten, während auf der Unterseite umgekehrt die Domen herrschen. Die Ausbildung des Krystalls, von oben und unten betrachtet, ergiebt sich aus den beiden Figuren 5 und 6, welche eine Projection auf die obere (Fig. 5) und die untere (Fig. 6) Basis darstellen.

An dem Krystall wurden 18 Formen nachgewiesen, und zwar, wenn wir die Bezeichnungen von L. Grünhut (diese Zeitschr. 9) zu Grunde legen, folgende: a) in der Prismenzone: $M = \infty P(110)$, $O = \infty \breve{P}\frac{6}{5}(560)$, $\mathfrak{R} = \infty \breve{P}\frac{13}{10}(10.13.0)$, $\mathfrak{N} = \infty P\frac{11}{8}(8.11.0)$, $m = \infty \breve{P}\frac{3}{2}(230)$, $l = \infty \breve{P}2(120)$, $\pi = \infty \breve{P}\frac{5}{2}(250)$, $g = \infty \breve{P}3(130)$, $b = \infty \breve{P}\infty(010)$; — b) Pyramiden: $i = \frac{2}{9}P(229)$, $u = \frac{1}{3}P(113)$, $o = \frac{2}{3}P(223)$; — c) Makrodomen: $d = \frac{2}{3}\bar{P}\infty(203)$, $h = \frac{2}{9}\bar{P}\infty(209)$; — d) Brachydomen: $x = \frac{4}{9}\breve{P}\infty(049)$, $H = \frac{2}{3}\breve{P}\infty(023)$, $y = \frac{4}{3}\breve{P}\infty(043)$; — e) die Basis: $c = 0P(001)$.

Die beobachteten Winkel sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

			Gemessen:	Beobachtet:	Erster Beobachter:
$O =$	$\infty \breve{P}\frac{6}{5}$	$(\bar{5}60):(\bar{1}10)$	4° 21′	4° 15′	Grünhut
$\mathfrak{R}$	$\infty \breve{P}\frac{13}{10}$	$(10.\bar{1}\bar{3}.0):(1\bar{1}0)$	6 19	6 21	Feist
$\mathfrak{N}$	$\infty \breve{P}\frac{11}{8}$	$(\bar{8}.\bar{1}\bar{1}.0):(\bar{1}\bar{1}0)$	7 54	7 52	Feist
m	$\infty \breve{P}\frac{3}{2}$	$(2\bar{3}0):(1\bar{1}0)$	10 57	10 33	Hauy
l	$\infty \breve{P}2$	$(120):(110)$	18 49	18 43	Hauy
π	$\infty \breve{P}\frac{5}{2}$	$(250):(110)$	24 54	24 53	Kokscharow
g	$\infty \breve{P}3$	$(130):(110)$	29 21	29 55	Hauy
i	$\frac{2}{9}P$	$(229):(110)$	55 50	55 46	Hauy
u	$\frac{1}{3}P$	$(113):(110)$	44 29	44 25	Hauy
o	$\frac{2}{3}P$	$(223):(110)$	26 22	26 6	Hauy
d	$\frac{2}{3}\bar{P}\infty$	$(203):(001)$	61 21	61 1	Rose
h	$\frac{2}{9}\bar{P}\infty$	$(209):(001)$	31 1	31 2	Rose
x	$\frac{4}{9}\breve{P}\infty$	$(049):(001)$	32 47	32 27	Rose
H	$\frac{2}{3}\breve{P}\infty$	$(023):(001)$	43 37	43 39	Hauy
y	$\frac{4}{3}\breve{P}\infty$	$(043):(001)$	61 49	62 20	Hauy

In der Prismenzone sind am grössten entwickelt die glänzenden Flächen von M, demnächst die Flächen von l und g; von π treten nur zwei Flächen, (250) und $(2\bar{5}0)$, auf, von den Prismen m, O, $\mathfrak{R}$ und $\mathfrak{N}$ wurde je nur eine Fläche beobachtet. Für diejenigen Prismen, welche in Form von einer Streifung auf der grossen Fläche $M = (\bar{1}\bar{1}0)$ vorhanden sind und bei der goniometrischen Untersuchung ein langausgezogenes Reflexband liefern, ein Zeichen anzugeben ist nicht wohl möglich.

Die ihrem Zeichen nach bestimmten Pyramiden, welche sämmtlich der Grundreihe angehören, ordnen sich an der Oberseite des Krystalls ihrer Grösse nach so, dass i grösser ist als u, und diese beiden grösser als o.

Von der letztgenannten Pyramide ist aber die Fläche $(2\bar{2}3)$ ziemlich gross, von *u* dagegen $(1\bar{1}3)$ sehr schmal ausgebildet. An der unteren Seite des Krystalls, wo, wie schon erwähnt, die Pyramiden gegenüber den Domen zurücktreten, ist nur *o* mit allen Flächen entwickelt; von *u* fehlt die Fläche $(1\bar{1}\bar{3})$, von *i* die Fläche $(\bar{2}\bar{2}\bar{9})$. Im Allgemeinen sind die Flächen von *i* und *u* nicht so glänzend als von *o*.

Eine sehr kleine und matte Brachypyramidenfläche liegt als schmale Abstumpfung an der von den Flächen (203), (110) und $(1\bar{1}0)$ gebildeten Ecke; sie gab keinen Reflex und gestattete somit keine hinreichend genaue Bestimmung.

Von den Makrodomen ist *d* das grössere; sowohl von *d* als *h* sind nur je zwei Flächen vorhanden. Ziemlich gross erscheinen oben und unten die Brachydomen; an der Oberseite ist von *x* die Fläche (049) recht gross; dagegen treten an der Unterseite, wo die Fläche $(02\bar{3})$ an Grösse die übrigen Endflächen bei weitem übertrifft, die Flächen von *x* hinter den Flächen von *H* und *y* ganz zurück.

Das Brachypinakoid *b* zeigt nur seine rechte Fläche breit und glänzend; die linke ist ganz schmal. Die Basis ist sowohl oben wie unten ziemlich klein und von rauher, matter Beschaffenheit.

6. Datolith von der Seisser Alp.

Von

R. Riechelmann in Strassburg i./Els.

(Mit 1 Holzschnitt.)

Das Vorkommen von Datolith auf der Seisser Alp erwähnt zuerst J. Frischholz in Leonhard's mineralogischem Taschenbuch, Jahrgang 1818, S. 89. Er fand das Mineral in den Trümmern der von einer steilen Wand von Melaphyrmandelstein in das Bett des Tschapitbaches gefallenen Felsmassen. Auch sind nach Liebener und Vorhauser*) noch in den zwanziger Jahren »sehr schöne krystallisirte Stücke, angeblich von diesem Fundort herrührend, von Mineralienhändlern verkauft worden«. In dieser Zeit mögen auch die von Lévy**) beschriebenen Krystalle gesammelt worden sein. Lévy bezeichnet die Krystalle als Humboldtit und giebt als Fundort irrthümlich die »Geiser« Alp statt der Seisser Alp an. Er erwähnt, dass die Krystalle von schaligem Apophyllit begleitet waren.

»Seit den zwanziger Jahren«, erwähnen Liebener und Vorhauser, »hat man von diesem Vorkommen, trotz wiederholter Nachforschungen an Ort und Stelle nichts mehr auffinden können«. Nur kleine Krystalle von 1—2 mm Dicke und von grünlichweisser Farbe, auf Analcim aufgewachsen,

*) Die Mineralien Tirols, 1832, 73.

) Description d'une collection de minéraux, **1, 182.

scheinen hin und wieder aufgefunden worden zu sein; so beschaffen waren auch die von Liebener und Vorhauser gesehenen Stücke.

Erst in der letzten Zeit ist der Datolith von der Seisser Alp wieder in einer grösseren Zahl von Stufen in den Handel gekommen; wenigstens erwarb das mineralogische Institut der hiesigen Universität vor einiger Zeit einige Stufen von dort, auf welchen neben blätterigem Apophyllit und fleischrothem Analcim zahlreiche grünlichweisse bis wasserhelle Datolithkrystalle, zuweilen bis 1,5 cm lang, aufsitzen. Sie sind meistens von der Seite aufgewachsen der Art, dass die Basisflächen nur selten an den von der Stufe isolirten Krystallen beobachtet werden können. Der Habitus der stark glänzenden Krystalle ist sehr ähnlich der von Lévy beschriebenen Ausbildung.

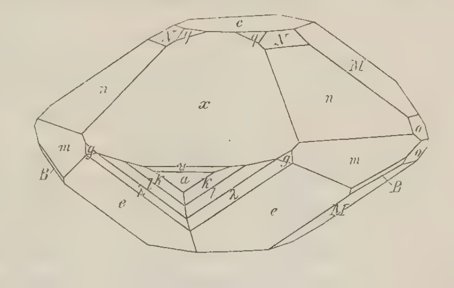
Halten wir an der Rammelsberg'schen Aufstellung der Krystalle fest, so entspricht der Fig. 2 pl. XV bei Lévy die Combination:

M	c	m	g	e	λ	l	n	x
(011)	(001)	(120)	(110)	$(\bar{1}11)$	$(\bar{3}22)$	$(\bar{2}11)$	(122)	(101)
$\bar{P}\infty$	$0P$	$\infty\bar{P}2$	∞P	$+P$	$+\frac{3}{2}\bar{P}\frac{3}{2}$	$+2\bar{P}2$	$-\bar{P}2$	$-\bar{P}\infty$

und der Fig. 3 pl. XV die Combination:

a	M	c	m	g	e	λ	l	n	x
(100)	(011)	(001)	(120)	(110)	$(\bar{1}11)$	$(\bar{3}22)$	$(\bar{2}11)$	(122)	(101)
$\infty\bar{P}\infty$	$\bar{P}\infty$	$0P$	$\infty\bar{P}2$	∞P	$+P$	$+\frac{3}{2}\bar{P}\frac{3}{2}$	$+2\bar{P}2$	$-\bar{P}2$	$-\bar{P}\infty$

Die von mir untersuchten Krystalle zeigen eine ganz analoge Entwickelung, nämlich die Formen (vergl. beistehende Figur):



a	M	c	m	g
(100)	(011)	(001)	(120)	(110)
$\infty\bar{P}\infty$	$\bar{P}\infty$	$0P$	$\infty\bar{P}2$	∞P

e	λ	l	n
$(\bar{1}11)$	$(\bar{3}22)$	$(\bar{2}11)$	(122)
$+P$	$+\frac{3}{2}\bar{P}\frac{3}{2}$	$+2\bar{P}2$	$-\bar{P}2$

x	k	o	u	B	N	q
(101)	$(\bar{5}22)$	(021)	(201)	$(\bar{1}42)$	(123)	(113)
$-\bar{P}\infty$	$+\frac{5}{2}\bar{P}\frac{5}{2}$	$2\bar{P}\infty$	$-2\bar{P}\infty$	$+2\bar{P}4$	$-\frac{2}{3}\bar{P}2$	$-\frac{1}{3}P$

Es wären demnach die sechs zuletzt genannten Flächen für den Datolith von der Seisser Alp neu*).

*) Es möge hier darauf aufmerksam gemacht werden, dass in der Zusammenstellung der am Datolith beobachteten Flächen, welche Goldschmidt in seinem Index der Krystallformen etc 2. Lief., S. 489 giebt, sehr störende Druckfehler vorkommen, so dass die Tabelle nur mit Vorsicht benutzt werden darf.

Viele der untersuchten Krystalle sind tafelförmig nach $x = -P\!\!\!\!-\infty(101)$. Demnächst sind die Flächen von $e = +P(\bar{1}11)$, $n = -P\!\!\!\!-2(122)$, $M = P\!\!\!\!-\infty(011)$, $m = \infty P\!\!\!\!-2(120)$ am grössten ausgebildet und zwar so, dass die Flächen von n gewöhnlich grösser sind als die von e, letztere grösser als die von M und die im Allgemeinen mehr zurücktretenden Prismenflächen.

Unter den kleiner entwickelten Formen fallen die Flächen, welche in der Zone $Mea = [01\bar{1}, 11\bar{1}, 100]$ etc. gelegen sind, also die Pyramiden $\lambda = +\frac{3}{2}P\!\!\!\!-\frac{3}{2}(\bar{3}22)$, $l = +2P\!\!\!\!-2(\bar{2}11)$, $\varkappa = +\frac{5}{2}P\frac{5}{2}(\bar{5}22)$, besonders auf und bedingen zum Theil den eigenthümlichen Habitus der Krystalle.

Die Flächen geben im Allgemeinen sehr gute Reflexe, mit Ausnahme der kleinen Flächen von λ, l, $\varkappa$, u, o, N, q. Die Messungen der letzteren Flächen lieferten daher nicht so gute Werthe, wie die Messungen der Winkel zwischen den grösseren Flächen.

Die sehr glatte, gut spiegelnde Basis c ist auf der Zeichnung etwas grösser dargestellt als sie in Wirklichkeit ist.

Die gemessenen Winkel ergeben für das Axenverhältniss die Werthe:

$$a : b : c = 0{,}63584 : 1 : 0{,}6329$$
$$\beta = 89^0\,54'.$$

Das Verhältniss nähert sich also dem von Rammelsberg angegebenen mehr als dem von Dana, während der Winkel $\beta = 89^0\,54'$ mit den Beobachtungen von Dana und Des Cloizeaux völlige Uebereinstimmung zeigt.

Die wichtigsten gemessenen und berechneten Winkel sind folgende:

		Gemessen:	Berechnet:
cx	= (001):(101) =	*44° 49′	—
ag	= (100):(110)	*32 27	—
ca	= (001):(100)	*90 6	—
Mm	= (011):(120)	65 2	65° 0′
$M'm$	= (01$\bar{1}$) (120)	65 17	65 14
Mn	= (011):(122)	22 57	22 59
Me	= (011):($\bar{1}$11)	40 22	40 15
$M\lambda$	= (011):($\bar{3}$22)	52 5	51 35
Ml	= (011):($\bar{2}$11)	59 38	60 22
$M\varkappa$	= (011):($\bar{5}$22)	64 10	64 33
xu	= (101):(201)	17 58	18 25
on	= (021):(122)	29 51	29 32
qM	= (113):(011)	27 0	27 5
Nc	= (123):(001)	27 5	28 13

7. Cölestin von Lüneburg.

Von

Th. Liweh in Strassburg.

(Hierzu Taf. VIII, Fig. 7—10.)

Im Sommeranfang des Jahres 1885 erhielt das hiesige mineralogische Institut von Herrn Cantor Moritz in Lüneburg mehrere Stücke eines weissen stengligen Minerals, welches bei näherer Untersuchung sich als Cölestin heraussellte, später einen grösseren von Mergel umhüllten Block, der beim Zerschlagen dicht krystallinische Partien von Cölestin und auf einzelnen Drusenräumen zahlreiche kleine Krystalle dieses Minerals zeigte.

Als ich die Bearbeitung dieses Vorkommens fast abgeschlossen hatte, erhielt das Institut aus dem Mineraliencomptoir von Dr. A. Krantz in Bonn eine Stufe von demselben Fundort, und da die Etiquette mit einem Hinweis auf die demnächst erscheinende Arbeit von Hintze (s. diese Zeitschr. **11**, 220—235) versehen war, so stand ich vorläufig von der Bearbeitung ab. Nach dem Erscheinen des betreffenden Heftes aber nahm ich die Arbeit wieder auf, da sich durch meine Beobachtungen die Angaben Hintze's noch vervollständigen lassen.

Die Cölestinkrystalle von Lüneburg sind im Allgemeinen, wie Hintze bereits hervorhebt, durch häufiges Auftreten von Vicinalflächen sowie durch Abweichungen der Winkel von gleichwerthigen Kanten eines und desselben Individuums ausgezeichnet. Da Hintze diese Erscheinung ausführlich besprochen hat, so scheint es mir überflüssig, auf dieselbe noch weiter einzugehen.

Weniger häufig sind Krystalle, bei denen von Vicinalflächen nicht gut die Rede sein kann. Die Messungen von solchen Krystallen ergaben als Mittel von 10 Ablesungen für den Winkel

(102):(001) 39° 25′ 30″

und (011):(001) 52 4 8

Aus diesen Werthen berechnet sich das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,7803 : 1 : 1,2831,$$

welches von dem Axenverhältniss des Cölestins von Herrengrund, Girgenti, Bristol und Pschow weniger abweicht, als das von Hintze für den Cölestin von Lüneburg gegebene

$$a : b : c = 0,78781 : 1 : 1,2931.$$

Es wird das von mir gefundene den folgenden Berechnungen zu Grunde

gelegt, und die Krystalle erhalten dieselbe Aufstellung wie die von Hintze beschriebenen (l. c. S. 220).

Wie Hintze erwähnt, sind die Krystalle am häufigsten tafelförmig durch Vorwalten der Basis $c = 0P(001)$. Neben dem Makrodoma $d = \frac{1}{2}\bar{P}\infty(102)$ und dem Brachydoma $o = \breve{P}\infty(011)$ treten untergeordnet noch oft $m = \infty P(110)$, $l = \frac{1}{4}\bar{P}\infty(104)$, $a = \infty\bar{P}\infty(100)$ und weniger häufig $x = \frac{3}{5}\breve{P}3(135)$ hinzu. Diese letzte von Hintze nicht angegebene Fläche bildet eine schmale Abstumpfung zwischen den beiden Domenflächen $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ (102) und $\breve{P}\infty(011)$. Dagegen habe ich die Fläche $\frac{1}{2}\breve{P}2(124)$, welche Hintze angiebt, nicht beobachten können.

Die häufigsten Combinationen, welche diesem 1. Typus (Hintze) angehören, sind folgende:

$$(001).(102).(011) = 0P.\tfrac{1}{2}\bar{P}\infty.\breve{P}\infty$$
$$(001).(011).(102) = 0P.\breve{P}\infty.\tfrac{1}{2}\bar{P}\infty$$
$$(001).(102).(011).(110) = 0P.\tfrac{1}{2}\bar{P}\infty.\breve{P}\infty.\infty P$$
$$(001).(011).(102).(104) = 0P.\breve{P}\infty.\tfrac{1}{2}\bar{P}\infty.\tfrac{1}{4}\bar{P}\infty$$
$$(001).(011).(102).(104).(110).(100) = 0P.\breve{P}\infty.\tfrac{1}{2}\bar{P}\infty.\tfrac{1}{4}\bar{P}\infty.\infty P.\infty\bar{P}\infty \quad \text{(Fig. 7)}$$
$$(001).(102).(011).(135) = 0P.\tfrac{1}{2}\bar{P}\infty.\breve{P}\infty.\tfrac{3}{5}\breve{P}3.$$

Die gemessenen und berechneten Winkel sind folgende:

	Beobachtet:	Berechnet:
(001):(011) =	*52° 4′ 8″	—
(001):(102) =	*39 25 30	—
(001):(104) =	22 19	22° 21′
(001):(135) =	40 0	39 56
(110):(1$\bar{1}$0) =	75 50	75 56
(110):(011) =	60 36	60 39
(102):(135) =	41 44	41 24

Auch säulenförmige Krystalle (Typus 2 Hintze), welche in der Richtung der Brachydiagonale verlängert sind und solche (Typus 3 Hintze), welche bei gleicher Beschaffenheit das Prisma gegenüber dem Makrodoma vorherrschend zeigen, wurden beobachtet. Ein Krystall des letzten Typus liess die Combination

$$\breve{P}\infty \;.\; 0P \;.\; \infty P \;.\; \tfrac{1}{2}\bar{P}\infty \;.\; \tfrac{1}{4}\bar{P}\infty \;.\; \infty\bar{P}\infty \;.\; \breve{P}2 \quad \text{(Fig. 8)}$$
$$(011).(001).(110).(102).(104).(100).(122)$$

erkennen. Das Makropinakoid ist sehr fein gestreift parallel der c-Axe. Die von Hintze nicht erwähnte Pyramide $y = \breve{P}2(122)$ spiegelt sehr gut. Das Zeichen derselben wurde durch folgende Messungen bestimmt:

	Beobachtet:	Berechnet:
(122):(001)	= 56° 50′	56° 43′
(122):(110)	= 38 15	37 57
(122):(102)	= 44 50	44 46

Ausser diesen von Hintze angegebenen Typen wurden noch zwei weitere beobachtet.

Sehr selten ist ein 4. Typus, der gleich dem ersten vorwaltend die Basis zeigt. Die Domenflächen treten aber ganz zurück, und das Prisma herrscht vor. In Fig. 9 ist ein solcher Krystall abgebildet, welcher die Combination

$$0P \,.\, \infty P \,.\, \tfrac{1}{2}\bar{P}\infty \,.\, \breve{P}\infty$$
$$(001).(110).(102).(011)$$

besitzt.

Endlich wurde als Repräsentant eines 5. Typus noch ein flächenreicher, säulenförmig in der Richtung der Makrodiagonale verlängerter Krystall gefunden.

An demselben sind die Prismen- und die primären Brachydomenflächen nahezu im Gleichgewicht ausgebildet. Folgende Combination wurde beobachtet:

$$0P \,.\, \bar{P}\tfrac{1}{2}\infty \,.\, \breve{P}\infty \,.\, \infty P \,.\, \tfrac{7}{5}\breve{P}\tfrac{7}{2} \,.\, \tfrac{1}{2}\breve{P}\infty \quad \text{(Fig. 10)}$$
$$(001).(102).(011).(110).(275).(012).$$

Die Flächen der abgeleiteten Pyramide $\mu_4 = \frac{7}{5}\breve{P}\frac{7}{2}(275)$ sind ziemlich breit und glänzend. Sie ist meines Wissens eine für den Cölestin neue Form. Für eine schmale Abstumpfung der Combinationskanten zwischen (102) und (011) liess sich das Zeichen nicht bestimmen, da es unmöglich war, von dieser Fläche Reflexe zu erhalten. Die approximativen Messungen zu (011) ergaben Werthe, die zwischen 10° 3′ und 11° 9′ differiren.

$\mu_4 = \frac{5}{7}\breve{P}\frac{7}{2}(275)$ und die ebenfalls von Hintze nicht beobachtete Fläche $h = \frac{1}{2}\breve{P}\infty(012)$ wurden durch folgende Messungen bestimmt.

	Beobachtet:	Berechnet:
(275):(001)	= 62° 26′	62° 26′
(275):(110)	= 41 39	41 52
(012):(001)	= 32 37	32 41

Es sind somit im Ganzen folgende 11 Formen an den Cölestinkrystallen von Lüneburg beobachtet:

$$c = 0P(001),\ a = \infty\bar{P}\infty(100),\ d = \tfrac{1}{2}\bar{P}\infty(102),\ l = \tfrac{1}{4}\bar{P}\infty(104),$$
$$o = \breve{P}\infty(011),\ h = \tfrac{1}{2}\breve{P}\infty(012),\ m = \infty P(110),\ y = \breve{P}2(122),$$
$$x = \tfrac{3}{5}\breve{P}3(135),\ \tfrac{1}{2}\breve{P}2(124),\ \mu_4 = \tfrac{7}{5}P\tfrac{7}{2}(275).$$

Es wurden auch Platten geschliffen, um den optischen Axenwinkel zu bestimmen. Eine Platte parallel $\infty\bar{P}\infty(100)$ ergab für den spitzen Axenwinkel in Luft

$$2E = 87^0\,50 \text{ für } Na$$

und in α-Monobromnaphtalin

$$2H_a = 49^0\,44' \text{ für } Na.$$

Eine Platte parallel $0P$(001) ergab für den stumpfen Axenwinkel bei Anwendung derselben Flüssigkeit

$$2H_o = 126^0\,55'.$$

Daraus wurde $2V_a = 50^0\,22'$ und $\beta = 1{,}630$ berechnet. Der Brechungsexponent ist zu hoch gefunden verglichen mit den von Arzruni angegebenen Werthen (siehe diese Zeitsch. **1**, S. 177). Dieses hat jedenfalls seinen Grund darin, dass die Platte für den spitzen Axenwinkel nicht ganz exact geschliffen war.

8. Krystallographische Untersuchungen.

Von

G. Linck in Strassburg.

Borwolframsaures Cadmium.

Aus der concentrirten sog. Klein'schen Lösung des Salzes, welches nach Klein*) die Zusammensetzung $9\,WoO_3 + B_2O_3 + 2\,CdO + 18$ aq hat, krystallisiren nach einander, zum Theil nebeneinander, zweierlei nach Habitus und Farbe verschiedene Krystalle. Die einen, welche sich vorwiegend im Anfange ausscheiden, sind hellgelblich gefärbt und tafelförmig ausgebildet; die anderen sind braungelb gefärbt und haben ein meist prismatisches, selten pyramidales Ansehen.

Die Analyse des ersteren Salzes ergab:

H_2O**) bei 150° C.	8,18 %	= 0,4544	Aequival.
H_2O - Rothgluth	4,18	= 0,2322	-
CdO	9,33	= 0,0727	-
WoO_3	76,27	= 0,3288	-
B_2O_3 a. d. Verlust	2,04	= 0,0291	-
Summa	100,00 %	= 1,1172	Aequival.

*) D. Klein, Sur une solution de densité 3,28 propre à l'analyse immédiate des roches. Cpts. rend. 1881, **93**, 318.

**) Beinahe schon völlig bei 100° flüchtig, bis 150° entweichen nur noch starke Spuren.

Die Analyse der dunkleren Krystalle ergab:

H_2O*)	bei 150° C.	8,03 %	= 0,4461	Aequival.
H_2O	- Rothgluth	3,80	0,2111	-
$Cd O$	- -	9,52	0,0744	-
$Wo O_3$	- -	76,51	0,3298	-
B_2O_3	a. d. Verlust	2,14	0,0306	-
	Summe	100,00 %	= 1,0920	Aequival.

Stellen wir zum Vergleiche die Aequivalente aus den beiden Analysen mit den Zahlen zusammen, welche durch die von Klein**) angegebene Formel verlangt werden:

$9\,WoO_3 + B_2O_3 + 2\,Cd O + 2H_2O + 16$ aq	$16H_2O$ bei 150°	$2H_2O$ bei Rothgluth	$2Cd O$	$9\,Wo O_3$	B_2O_3
Verlangt	0,5844	0,0730	0,0730	0,3285	0,0365
Gefunden:					
Helleres Salz	0,4544	0,2322	0,0727	0,3288	0,0291
Dunkleres Salz	0,4461	0,2111	0,0744	0,3298	0,0306

so ergiebt sich, dass die untersuchten Salze keineswegs der angegebenen Formel entsprechen, indem sie weit weniger Krystallwasser, dagegen mehr chemisch gebundenes Wasser enthalten. Sie entsprechen beide sehr angenähert der Formel:

$$9\,Wo O_3,\ 2Cd O,\ B_2O_3,\ 6H_2O,\ 12\,\text{aq}.$$

In beiden Analysen wurden ca. 0,4 % B_2O_3 zu wenig gefunden, welche wohl mit dem Wasser entwichen sein mögen, trotzdem die Masse vor dem Erwärmen mit gebrannter Magnesia gemischt und noch mit einer Schicht dieses Oxyds bedeckt wurde.

Beide Salze selbst unterscheiden sich chemisch kaum von einander. Das heller gefärbte, welches sich in grösserer Menge zuerst ausscheidet, scheint etwas reicher an Constitutionswasser zu sein, doch lässt sich der Unterschied durch eine einfache Formel wegen seiner Kleinheit nicht ausdrücken. Am ehesten liesse sich vielleicht die Annahme rechtfertigen, dass sich mehrere Moleküle des helleren Salzes unter Wasseraustritt zu einer Verbindung von der Formel der dunkler gefärbten Krystalle vereinigen. Für diese Ansicht spricht auch die Zugehörigkeit der beiden Salze zu dem

*) S. Anmerkung a. S. 442.

) D. Klein, Sur la séparation mécanique, par voie humide des minéraux de densité inférieure à 3,6. Bull. d. la Soc. minéralog. de France 1881, **4, 149. S. diese Zeitschr. **6**, 306.

monosymmetrischen resp. asymmetrischen Krystallsystem, wie sie die nachfolgende Untersuchung ergeben hat.

a. Heller gefärbte Krystalle.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}3321 : 1 : 1{,}1383$$
$$\beta = 57^0\,47'.$$

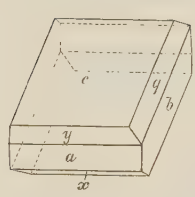


Fig. 1.

Beobachtete Formen: $c = 0P(001)$, $a = \infty P\infty(100)$, $b = \infty P\infty(010)$, $x = P\infty(\bar{1}01)$, $q = P\infty(011)$, $y = 6P\infty(601)$. (Fig. 1.) Das Klinodoma q tritt an allen untersuchten Krystallen (circa 15) mit je nur einer Fläche und ihrer Parallelfläche auf.

Die Krystalle sind bis zu 1 qcm gross und ca. 3—4 mm dick, vorwiegend nach der Basis tafelförmig ausgebildet. Die übrigen Flächen sind unter sich gleich gross, aber immer kleiner als die Basis. Auch sind die Flächen mit Ausnahme von $0P(001)$ meist drusig und uneben, daher die Reflexe nicht besonders gut.

Die gefundenen und berechneten Winkel sind folgende:

	Gefunden:	Berechnet:
$c : a = (001):(100)$	$= {}^*57^0\,47'$	—
$c : q = (001):(011)$	$= {}^*48\;\;42$	—
$c : r = (001):(\bar{1}01)$	$= {}^*53\;\;\;1$	—
$r : y = (\bar{1}01):(\bar{6}0\bar{1})$	$= 58\;\;44$	$59^0\,24'$
$a : q = (100):(011)$	$= 68\;\;16$	$69\;\;24$
$a : r = (100):(10\bar{1})$	$= 69\;\;23$	$69\;\;11$
$q : b = (011):(010)$	$= 41\;\;21$	$41\;\;18$
$q : y = (011):(\bar{6}0\bar{1})$	$= 105\;\;28$	$104\;\;37$

Die Krystalle sind nach q unvollkommen spaltbar.

Die optische Axenebene steht senkrecht zur Symmetrieebene; sie entspricht einer Fläche, welche über dem spitzen Winkel β gelegen mit $x(\bar{1}01)$ einen Winkel von ca. 20^0, mit $c(001)$ einen Winkel von ca. 147^0 einschliesst. Auf $b(010)$ tritt eine Axe am Rande des Gesichtsfeldes aus. Auf $c(001)$ ist bei Anwendung von homogenem Licht (Na) die für Platten senkrecht zur ersten Mittellinie charakteristische Interferenzfigur sichtbar. An einem Plättchen annähernd parallel $b(010)$ wurde der Axenwinkel in Oel zu $78^0\,53'$ bestimmt.

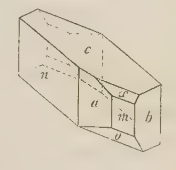
Die Art der Dispersion und der Charakter der Doppelbrechung waren nicht deutlich zu beobachten.

b. Dunkler gefärbte Krystalle.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,6261 : 1 : 0,4398$$
$$\alpha = 114^0\,56', \quad \beta = 92^0\,42', \quad \gamma = 94^0\,57'.$$

Fig. 2.



Es wurden zweierlei Ausbildungsweisen beobachtet, deren häufigste die Combination folgender Flächen ist: $c = 0P(001)$, $a = \infty\bar{P}\infty(100)$, $b = \infty\breve{P}\infty(010)$, $n = \infty'\breve{P}\frac{5}{4}(5\bar{4}0)$, $m = \infty P'(110)$, $o = P,(1\bar{1}\bar{1})$, $x = \frac{19}{20}P'(19.19.20)$. (Fig. 2.)

Die Krystalle dieser Entwickelung sind bis zu 0,75 cm lang und 0,5 cm breit und dick, meist jedoch kleiner. Sie sind prismatisch ausgebildet nach $c(001)$ und $n(5\bar{4}0)$.

Bei dem weniger häufigen Typus sind die Krystalle nach $c(001)$, $n(5\bar{4}0)$, $b(010)$ und $o(1\bar{1}\bar{1})$ ebenmässig ausgebildet. Es fehlen die Formen $a(100)$, $x(19.19.20)$ und $m(110)$, dagegen tritt stets die sehr kleine Fläche $q = \frac{5}{2}\bar{P}\infty(05\bar{2})$ auf. (Fig. 3.)

Fig. 3.

Das Salz verwittert ausserordentlich leicht, daher sind gute Reflexe, insbesondere auf den kleinen Flächen $x(19.19.20)$, $r(110)$, $o(05\bar{2})$ nicht zu erhalten und man muss sich meist damit begnügen, auf das Maximum der Helligkeit einzustellen.

Die gefundenen und berechneten Winkel sind folgende:

		Gefunden:	Berechnet:
$b : c =$	$(010):(001) =$	$*65^0\,12'$	—
$a : c =$	$(100):(001) =$	$*89\;\;16$	—
$a : b =$	$(100):(010) =$	$*94\;\;\;3$	—
$b : o =$	$(010):(1\bar{1}\bar{1}) =$	$*85\;\;\;9$	—
$o : c =$	$(1\bar{1}\bar{1}):(00\bar{1}) =$	$*45\;\;54$	—
$x : c =$	$(19.19.20):(001) =$	$31\;\;\;4$	$31^0\;\;2'$
$q : c =$	$(05\bar{2}):(00\bar{1}) =$	$62\;\;32$	$61\;\;43$
$q : b =$	$(05\bar{2}):(010) =$	$52\;\;\;8$	$53\;\;18$
$b : m =$	$(010):(110) =$	$49\;\;58$	$51\;\;\;7$
$x : m =$	$(19.19.20):(110) =$	$40\;\;52$	$41\;\;37$
$b : n =$	$(010):(\bar{5}40) =$	$46\;\;25$	$46\;\;54$
$n : c =$	$(\bar{5}40):(001) =$	$75\;\;\;4$	$75\;\;\;7$
$m : a =$	$(110):(100) =$	$44\;\;\;8$	$42\;\;56$
$m : o =$	$(110):(1\bar{1}\bar{1}) =$	$62\;\;23$	$61\;\;27$
$a : n =$	$(100):(5\bar{4}0) =$	$39\;\;\;3$	$39\;\;\;3$
$n : o =$	$(5\bar{4}0):(1\bar{1}\bar{1}) =$	$70\;\;\;0$	$70\;\;\;2$

Beide optischen Axen treten sowohl auf der Fläche a (100), wie auf der Fläche x (19.19.20) aus, doch gelang es nur auf letzterer Fläche den Axenwinkel zu messen. Die Axenebene entspricht einer rechts unten gelegenen Tetartopyramide, deren Durchschnittsrichtung mit $\infty\bar{P}\infty$ (100) einen Winkel von ca. 45° mit der Kante $p : a$ $(5\bar{4}0):(100)$ einschliesst. Der Axenwinkel, an einer Platte parallel x (19.19.20) bestimmt, beträgt in Oel für gewöhnliches Licht 113° 51′, für Na-Licht 114° 35′.

Auch Pleochroismus ist deutlich wahrnehmbar. Während die beiden in der optischen Axenebene gelegenen Strahlen einen nahezu gleichen Ton (hellgelb) zeigen, ist die Farbe des senkrecht zu jenen schwingenden Strahles dunkelgelb bis braun, also auch die Absorption parallel dieser Axe grösser.

Der Charakter der Doppelbrechung ist positiv.

Saures methylvinaconsaures Silber.

$$C_4H_6 \begin{cases} COOH \\ COOAg. \end{cases}$$

Dargestellt von Herrn Marburg in Strassburg.
(Vergl. dessen demnächst erscheinende Inauguraldissertation.)

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}023 : 1 : 0{,}7540$$
$$\beta = 79^\circ 36'.$$

Fig. 4.

Beobachtete Formen: $m = \infty P(110)$, $n = \infty \mathcal{R} 2 (120)$, $q = \mathcal{R}\infty (011)$. (Fig. 4.)

Das primäre Prisma herrscht vor, das Prisma $\infty\mathcal{R}2$ ist nur sehr schmal ausgebildet. Die Prismenflächen sind vertical gestreift, daher die Reflexe nicht immer gut. Die Krystalle sind bis ca. 2 mm lang und 1 mm dick.

Die gemessenen und berechneteten Winkel sind folgende:

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	= *89° 40′	—
$m : q = (110):(011)$	= *58 5	—
$q : q = (011):(0\bar{1}1)$	= *74 2	—
$m : q = (\bar{1}10):(011)$	= 70 11	71° 34′
$m : n = (110):(120)$	= 18 11	18 24
$n : n' = (120):(\bar{1}20)$	= 53 10	52 52

Die Krystalle sind vollkommen spaltbar nach $0P(001)$. Die Zersetzung, welche sich ziemlich leicht vollzieht, geht von diesen Spaltungstracen aus.

Die Auslöschung beträgt auf den Prismenflächen m ca. 18° gegen die

Verticalaxe in dem Winkel, welchen die Kanten [110, 1$\bar{1}$0] mit den Kanten [110, 011] bilden.

Gebromtes Lacton.

$$C_6H_5 - \underset{|}{CH} - CHBr - \underset{|}{CH_2}$$
$$O \qquad\qquad\qquad CO.$$

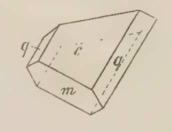
Dargestellt von Herrn Schiffer in Strassburg.
(Vergl. dessen demnächst erscheinende Inauguraldissertation.)

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c := 0{,}5883 : 1 : 0{,}7897$$
$$\beta = 64^0 44'.$$

Beobachtete Formen: $c = 0P(001)$, $m = \infty P(110)$, $q = R\infty(011)$. (Fig. 5.)

Fig. 5.



Die Krystalle sind meist ziemlich gross und dünn tafelförmig nach $c(001)$ ausgebildet, selten sind sie klein und zeigen dann alle Flächen ungefähr gleichgross entwickelt. Die Parallelflächen von m fehlen gewöhnlich und dadurch erscheinen die Krystalle hemimorph nach der Orthoaxe ausgebildet. Jedoch tritt das Klinodoma regelmässig vollflächig auf, auch besitzen die Flächen rechts und links die gleiche Oberflächenbeschaffenheit. Selten ist die Kante $m : c$ [1$\bar{1}$0:001] durch eine nicht messbare Fläche abgestumpft. An den kleineren Krystallen geben fast sämmtliche Flächen gute Reflexe.

Die gemessenen und berechneten Winkel sind folgende:

	Gemessen:	Berechnet:
$q : c = (011):(001)$	$= {}^*38^0 18'$	—
$m : c = (1\bar{1}0):(001)$	$= {}^*67\ 42$	—
$m : q = (1\bar{1}0):(011)$	$= {}^*89\ 45$	—
$m : q' = (1\bar{1}0):(0\bar{1}1)$	$= 54\ 23$	$54^0 5'$

Die Krystalle spalten nach drei Flächen: sehr unvollkommen nach einer Fläche, welche die Neigung eines negativen Hemidomas hat, deutlich nach $0P(001)$ und ziemlich vollkommen nach $\infty R\infty(010)$.

Optische Axenebene ist das Klinopinakoid, und die Halbirungslinie des optischen Axenwinkels liegt im stumpfen Winkel β nur wenig geneigt gegen die Normale von $P(001)$. Auf letzterer Fläche sieht man nur eine Axe am Rande des Gesichtsfeldes austreten.

Die leichte Löslichkeit und Schmelzbarkeit der Substanz verhinderten die Messung des Axenwinkels, der ziemlich gross sein muss.

Phenyloxybutyrolacton.

$$C_6H_5 - \underset{|\atop O}{C}(OH) = CH_2 - \underset{|\atop CO.}{CH_2}$$

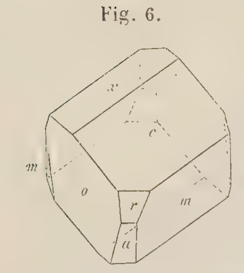
Dargestellt von Herrn Schiffer in Strassburg.

(Vergl. dessen demnächst erscheinende Inauguraldissertation.)

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c := 2{,}2566 : 1 : 3{,}0965$

Fig. 6.



Beobachtete Formen: $c = 0P(001)$, $m = \infty P$ (110), $a = \infty\bar{P}\infty(100)$, $o = \bar{P}\frac{5}{3}(355)$, $x = \frac{1}{30}P(1.1.30,)$ $r = \frac{7}{5}\bar{P}\infty(705)$. (Fig. 6.)

Die Krystalle sind bis ca. 1,56 mm gross. Sie zeigen von den drei Flächen $o(\bar{3}5\bar{5})$, $x(\bar{1}.\bar{1}.30)$ und $r(705)$ je nur eine und auch diese regelmässig ohne Gegenfläche entwickelt. Mit Ausnahme des sehr schmalen $a(100)$ haben sämmliche Flächen ziemlich gleiche Grösse. Die Reflexe der Flächen $o(\bar{3}5\bar{5})$, $x(\bar{1}.\bar{1}.30)$ und $r(705)$, welche ziemlich matt ausgebildet sind, sind sehr schlecht und die diesbezüglichen Messungen daher nur angenähert.

Es wurden folgende Winkel gemessen und berechnet:

		Gemessen:	Berechnet:
$a : c =$	$(100):(001) =$	*66° 34′	—
$x : c =$	$(\bar{1}.\bar{1}.30):(001) =$	*14 15	—
$m : m =$	$(110):(1\bar{1}0) =$	*128 26	—
$c : m =$	$(001):(110) =$	80 5	80° 2′
$x : m =$	$(\bar{1}.\bar{1}.\bar{3}0):(1\bar{1}0) =$	71 8	70 41
$c : o =$	$(001):(\bar{3}5\bar{5}) =$	116 1	115 1
$m : o =$	$(110):(\bar{3}5\bar{5}) =$	69 12	68 24
$a : r =$	$(100):(705) =$	45 20	44 3

Die Krystalle sind nach zwei Richtungen spaltbar. Eine sehr vollkommene Spaltbarkeit ist vorhanden nach $a(100)$, eine nur wenig unvollkommenere nach der Symmetrieebene (100).

Die Schiefe der Auslöschung auf der Symmetrieebene beträgt ca. 6° gegen die Spaltungstracen nach $a(100)$ im stumpfen Winkel β. Auf $a(100)$ treten beide optischen Axen nur wenig geneigt gegen die Fläche aus. Für Gelb, Roth und Grün liegt die Axenebene parallell $\infty\bar{P}\infty(010)$. Aus der Aehnlichkeit des Interferenzbildes bei gekreuzten Nicols mit dem von Axenplatten des Brookit ist man geneigt zu folgern, dass die Axenebene für Blau senkrecht zu $\infty\bar{P}\infty$ stehe; doch konnte mit Sicherheit diese Erschei-

nung nicht beobachtet werden. Es gelang nur festzustellen, dass der Axenwinkel für Blau nahezu gleich Null ist.

Der Axenwinkel wurde im Schneider'schen Polarisationsinstrument an einem Spaltplättchen parallel $a(100)$ für *Na*, *Li* und *Tl* gemessen. Es ergaben sich folgende Werthe:

für *Li* $2E = 14^0 58'$
für *Na* $2E = 13\ 48$
für *Tl* $2E = 12\ 21$

Die Brechungsexponenten β und γ wurden an einem Krystall mittelst des natürlichen Prismas $p(110, 1\bar{1}0)$ bestimmt:

	Na	*Tl*	*Li*
$\beta =$	1,6539	1,6596	?
$\gamma =$	1,5049	1,5075	1,5026.

Der Brechungsexponent β für *Li* konnte nicht gemessen werden, weil der eine Strahl vollständig absorbirt wurde. Auch der Brechungsexponent α wurde nicht bestimmt, da das von $a(100)$ und $c(00\bar{1})$ gebildete Prisma beide Strahlen nicht mehr austreten liess.

Mit Rücksicht darauf, dass der Brechungsexponent des Glases der centralen Linsen im Schneider'schen Polarisationsinstrument für *Na* 1,5146 beträgt, berechnet sich der wahre Axenwinkel für *Na* auf

$$2V_\alpha = 12^0 38'.$$

9. Krystallographische Untersuchungen.

Von

Franz Feist in Strassburg.

(Mit 2 Holzschnitten.)

Krystallform des Calciumsalzes der einbasischen (ungesättigten) Säure aus α-Isobutylhomoparaconsäure, $(C_9H_{15}O_2)\,2\,Ca + 3\,H_2O$.

Fig. 1.

Die Krystalle, über deren Darstellung der Verf. in seiner Inauguraldissertation »über Lactonsäuren aus Valeraldehyd und Brenzweinsäure«, Strassburg, 1886, S. 26, eingehender berichtet, sind monosymmetrisch. Sie zeigen die Combination $\infty P(110)$, $\infty R\infty(010)$, $R\infty(011)$ und sind durchgehends prismatisch ausgebildet, der Art, dass ∞P vorwaltet. $\infty R\infty$ ist immer sehr schmal, reflectirt schlecht und tritt öfter nur an einer Seite des Krystalls auf.

Das Axenverhältniss ist

$$a : b : c = 0{,}9185 : 1 : 0{,}9610\text{*)}$$
$$\beta = 85^0\,12'.$$

Die gemessenen und berechneten Winkel sind folgende:

	Gemessen:	Berechnet:
$m : m = (110):(1\bar{1}0)$	$= {}^*84^0\,56'$	—
$m : b = (110):(010)$	$= 47\;14$	$47^0\,32'$
$m : q = (110):(011)$	$= {}^*59\;14$	—
$q : q = (011):(0\bar{1}1)$	$= {}^*87\;31$	—

Die Krystallform der β-Isobutylhomoparaconsäure, $C_{10}\,H_{16}\,O_4$.

Schmelzpunkt 83⁰. (Vergl. auch des Verf. Inauguraldissertation »über Lactonsäuren aus Valeraldehyd und Brenzweinsäure«, Strassburg, 1886, S. 29.)

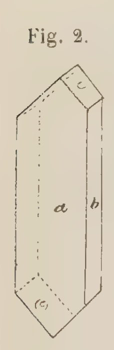


Fig. 2.

Die aus Benzol krystallisirten, ca. 5 mm langen farblosen Krystalle gehören dem monosymmetrischen System an. Sie zeigen die Formen $a = \infty P\infty(100)$, $b = \infty R\infty(010)$, $e = R\infty(011)$ und schwach angedeutet $c = 0P(001)$. Entweder sind sie prismatisch ausgebildet durch stärkere Entwickelung des Ortho- und Klinopinakoids oder dicktafelartig durch Vorwalten zweier Flächen des Klinodomas.

Gemessen wurden die Winkel:

$(100):(011) = \;\; 68^0\;\; 0'$
$(011):(0\bar{1}1) = {}^*84\;\;47$
$(010):(011) = \;\; 47\;\;42$ statt des ber. $47^0\,36'$.

Hieraus ergeben sich die Constanten:

$$a : b : c = ? : 1 : 1{,}0593$$
$$\beta = 59^0\,31'.$$

Die Krystalle spalten gut nach $\infty P\infty(100)$.

Die Auslöschungsschiefe auf $\infty R\infty(010)$ beträgt ca. 43⁰ im stumpfen Winkel β gegen die Verticalaxe. Die optische Axenebene ist parallel dem Klinopinakoid (010). Im Adam'schen Polarisationsinstrument wurde auf $\infty P\infty(100)$ ein Axenaustritt beobachtet. Die Neigung dieser Axe gegen die Verticalkante beträgt ca. 61⁰ 16′ im stumpfen Winkel β. Aus dieser Neigung und dem Winkel der Verticalaxe mit der Bisectrix (= 43⁰) im stumpfen Winkel auf $\infty R\infty$ ergiebt sich der spitze Axenwinkel = ca. 36⁰ 32′.

*) In der Dissertation finden sich in der Angabe der Zahlengrössen einige Druck- und Rechenfehler, die hier vom Verf. berichtigt sind.

10. Nachtrag zu Nr. 4. Topas von Durango, S. 434.

Von H. Bücking in Strassburg.

Nach Abschluss der oben mitgetheilten Untersuchung sind zwei Arbeiten über den Topas von Durango erschienen, in welchen noch weitere an demselben auftretende Formen erwähnt werden, nämlich eine Abhandlung von Des Cloizeaux im Bulletin de la société franc. de Min., 1886, 135 etc., und eine zweite in russischer Sprache von N. von Kokscharow Sohn in den Abhandlungen der Russ. Mineralog. Ges. zu St. Petersburg, 1886, **23**, 135. Die letztere Arbeit ist im Auszuge von N. v. Kokscharow Vater in seinen »Materialien zur Mineralogie Russlands«, 1886, **10**, 299 etc. mitgetheilt. Die oben genannten Formen vermehren sich nunmehr noch um folgende von Des Cloizeaux (D.) und von N. v. Kokscharow (K.) bestimmten Gestalten:

(130)$\infty\breve{P}3$ (K), (210)$\infty\bar{P}2$ (K), *(610)$\infty\bar{P}6$ (K), *(205)$\frac{2}{5}\bar{P}\infty$ (K), *(8.0.15)$\frac{8}{15}\bar{P}\infty$ (K), (013)$\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ (K), (0.2.15)$\frac{2}{15}\breve{P}\infty$ (K), *(0.4.15)$\frac{4}{15}\breve{P}\infty$ (K), *(025)$\frac{2}{5}\breve{P}\infty$ (K), *(0.8.15)$\frac{8}{15}\breve{P}\infty$ (K), (225)$\frac{2}{5}P$ (K), (4.4.15)$\frac{4}{15}P$ (K), (116)$\frac{1}{6}P$ (K), *(829)$\frac{8}{9}\bar{P}4$ (K), *(643)$2\bar{P}\frac{3}{2}$ (K), *(26.12.57)$[\frac{26}{57}\bar{P}\frac{13}{6}]$ (D), *(13.11.18)$[\frac{13}{18}\bar{P}\frac{13}{11}]$ (D), *(436)$[\frac{2}{3}\bar{P}\frac{4}{3}]$ (D), *(579)$\frac{7}{9}\breve{P}\frac{7}{5}$ (D), *(16.28.33)$\frac{28}{33}\breve{P}\frac{7}{4}$ (D), *(18.34.3)$\frac{34}{3}\breve{P}\frac{17}{9}$ (D), *(8.20.3)$\frac{20}{3}\breve{P}\frac{5}{2}$ (D), *(4.12.3)$4\breve{P}3$ (D. u. K), *(4.16.15)$\frac{16}{15}\breve{P}4$ (D), (153)$\frac{5}{3}\breve{P}5$ (D. u. K), *(2.16.9)$[\frac{16}{9}\breve{P}8]$ (D), *(1.14.9) $[\frac{14}{9}\breve{P}14]$ (D), (469)$\frac{2}{3}\breve{P}\frac{3}{2}$ (K), *(8.12.15)$\frac{4}{5}\breve{P}\frac{3}{2}$ (K), (126)$\frac{1}{3}\breve{P}2$ (K), *(8.20.21) $\frac{20}{21}\breve{P}\frac{5}{2}$ (K), *(4.10.9)$\frac{10}{9}\breve{P}\frac{5}{2}$ (K), *(269)$\frac{2}{3}\breve{P}3$ (K), (263)$2\breve{P}3$ (K). *(4.18.21) $\frac{6}{7}\breve{P}\frac{9}{2}$ (K), *(156)$\frac{5}{6}\breve{P}5$ (K), *(4.20.9)$\frac{20}{9}\breve{P}5$ (K), *(176)$\frac{7}{6}\breve{P}7$ (K), (1.10.6) $\frac{5}{3}\breve{P}10$ (K).

Unter diesen sind die mit einem * bezeichneten Formen für den Topas neu; die mit einer [ ] eingeschlossenen Symbole sind, da die Flächen keine gut übereinstimmenden Messungen ergaben, noch nicht hinreichend sicher. — Flächen, welche den Formen *(579)$\frac{7}{9}\breve{P}\frac{7}{5}$ (D) und *(8.20.21)$\frac{20}{21}\breve{P}\frac{5}{2}$ (K) nahe stehen, sind übrigens auch von mir beobachtet (vgl. S. 431), aber noch als unbestimmbar angesehen worden.

Die von Des Cloizeaux mit dem Symbol $[\frac{26}{57}\bar{P}\frac{13}{6}]$ bezeichnete Form ist vielleicht identisch mit q(429)$\frac{4}{9}\bar{P}2$, auch mögen seine Flächen $[\frac{13}{18}\bar{P}\frac{13}{11}]$ und $[\frac{2}{3}\bar{P}\frac{4}{3}]$ besser auf die von mir bestimmte Form $\mathfrak{E}$(10.8.15)$\frac{2}{3}\bar{P}\frac{5}{4}$, deren Winkel etwa in der Mitte zwischen den für jene Flächen gefundenen Werthen stehen, zurückzuführen sein. Zu $[\frac{14}{9}\breve{P}14]$ gehört wahrscheinlich eine von mir an den Krystallen Nr. 2 und 8 in der Zone yl [043, 120] beobachtete Fläche, deren Winkel gegen (043) $8^0 25'$ und $7^0 15'$ (statt des berech-

neten 7° 40′) und gegen (120) 41° 23′ und 42° 33′ (statt des berechneten 42° 7′) betragen.

Ferner ist von Des Cloizeaux in seiner Fig. 1 a. a. O. eine Fläche $b^{\frac{3}{4}}$ (wie es wohl statt des falschen $b^{\frac{3}{11}}$ heissen soll) gezeichnet; eine Messung für diese Fläche ist aber nicht angegeben. Möglicherweise ist diese Form $b^{\frac{3}{4}} = (449)\frac{4}{9}P$ mit der oben erwähnten Pyramide $(5.5.11)\frac{5}{11}P$ zu identificiren (vgl. hierüber S. 430).

XXXIII. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

1. G. vom Rath (in Bonn.): **Einige neue und seltene Flächen an Quarzen aus der Sammlung des Herrn Wilh. Carl Hidden (Newark, N. J.).** Hiezu Tafel VIII. Nachdem ich bereits in mehreren Aufsätzen*) Beiträge zur Kenntniss der Quarze aus Nord-Carolina geliefert, hatte Herr Hidden, welcher sich so grosse Verdienste um die Entdeckung und wissenschaftliche Verwerthung amerikanischer Mineralfundstätten erworben, die Güte, eine Reihe seiner ausgezeichneten Quarzkrystalle zum Studium mir anzuvertrauen. Nach der Untersuchung von etwa 200 ausgezeichneten Krystallen der Fundstätten Nord Carolinas war meine Hoffnung gering, neue Flächen oder neue Ausbildungsweisen in der Sammlung des Herrn Hidden zu finden. Indess lieferte die Durchsicht der Collection in Rede, dass jene Vorkommnisse ein fast unerschöpfliches Material krystallographischen Studiums darbieten.

Der in Fig. 1 dargestellte Krystall, 40 mm in verticaler, 10 mm in horizontaler Richtung messend, hatte durch eine »vielleicht neue oder seltene Fläche« bereits die Aufmerksamkeit Hidden's auf sich gezogen, wie eine Skizze von seiner Hand bewies. Es ist ein Zwilling zweier rechter Individuen, deren wenig deutliche Grenzen in dem nach vorn gewandten Sextanten sehr nahe den Kanten zur Linken hinablaufen. Der Krystall ist demnach in der Weise aus zwei Stücken zusammengesetzt, dass die zur Rechten in der Figur liegende grössere Hälfte aus dem einen, die zur Linken liegende aus dem anderen Stücke, — ohne eigentliche Durchwachsung besteht. Die bezeichnende Flächengruppe s, u, Φ^1 tritt ein zweites Mal an der alternirenden Kante der rechten Krystallhälfte — nach der tetartoëdrischen Ordnung — auf. Während die Flächen $\pm R$, $\pm 2R$, $\pm 3R$, $\pm 6R$, $s = 2P2$ $(11\bar{2}1)$, $u = 4P\frac{4}{3}(31\bar{4}1)$ zu keinen weiteren Bemerkungen Veranlassung bieten, fesselt um so mehr die Fläche Φ^1 unsere Aufmerksamkeit, weil Formen dieser Lage sehr ungewöhnlich sind. Da am Krystall für Φ^1 keine Zone nachweisbar, so konnte die Bestimmung nur auf Messungen gegründet werden. Es wurden in ziemlich befriedigender Weise folgende Kanten gemessen:

$$3R : \Phi^1 = 10^0 57'; \quad s : \Phi^1 = 19^0 54'; \quad u : \Phi^1 = 3^0 57'.$$

Für das im hintern rechten Setxanten liegende Φ^1 ergab sich die Kante zu

$$3R = 10^0 50'; \text{ zu } s = 19^0 56'.$$

*) S. diese Zeitschr. **10**, 156 und 475; sowie Sitzungsberichte der niederrhein. Gesellsch. f. Nat.- u. Heilkunde, 6. Juli 1885, in Verh. d. naturhistor. Vereins d. preuss. Rheinl. etc., **42**, 1885 (referirt am Schlusse dieses Heftes).

Nach vielen Rechnungen, welche eine genau übereinstimmende Flächenlage suchten, bin ich stehen geblieben bei der Formel

$$\Phi^1 = \tfrac{19}{6}P\tfrac{19}{15}\ (15.4.\bar{1}\bar{9}.6)$$
(rhomboëdrische Formel $\tfrac{11}{6}R\tfrac{19}{11}$),

für welche sich folgende Kanten berechnen:

$3R : \Phi^1 = 11^0\ 8\tfrac{1}{4}'$	$R : \Phi^1 = 25^0\ 7\tfrac{3}{4}'$
$s : \Phi^1 = 19\ 39$	$-R : \Phi^1 = 40\ 53\tfrac{1}{2}$
$u : \Phi^1 = 3\ 46\tfrac{1}{3}$	

Eine grössere Annäherung an die Messungen erwies sich als unmöglich, ohne zu äusserst complicirten, unannehmbaren Formeln zu gelangen, während obige Formel als solche einer »Face isolée« (wenn wir diese hier nicht zutreffende Bezeichnung für eine dem tetartoëdrischen Gesetz gehorchende Fläche gebrauchen dürfen) vergleichsweise einfache Indices darbietet. Obgleich am Krystall keine Zone verwirklicht ist, so würde eine solche gegeben sein, wenn eine Kante $3R$: $6R$ im vorderen Sextanten durch $\tfrac{11}{2}R$ (ein von G. Rose beobachtetes Rhomboëder) abgestumpft würde. Φ^1 würde dann eine Kantenabstumpfung zwischen s : $\tfrac{11}{2}R$ bilden.

Während Abstumpfungsflächen der Kanten zwischen s und $\pm R$, sowie s und ∞R (Trapezflächen) sehr gewöhnlich, sind Abstumpfungen der Kanten zwischen s und spitzeren Rhomboëdern grosse Seltenheiten. Unter den ähnlich liegenden Flächen darf zum Vergleiche an zwei durch Des Cloizeaux entdeckte »faces isolées« Φ und Π erinnert werden, welche in die Zone s : $8R$ fallen:

$$\Phi = 4P\tfrac{6}{5}\ (10.2.\bar{1}\bar{2}.3),\ b_{\frac{1}{25}}\ d^{\frac{1}{5}}\ d_{\frac{1}{11}}$$
(rhomboëdrische Formel $\tfrac{8}{3}R\tfrac{3}{2}$)
$$\Pi = \tfrac{26}{7}P\tfrac{26}{21}\ (21.6.\bar{2}\bar{6}.7)\ b^{\frac{1}{8}}\ d^{\frac{1}{3}}\ d^{\frac{1}{8}}$$
(rhomboëdrische Formel $\tfrac{16}{7}R\tfrac{13}{8}$).

Φ würde eine horizontale Kante mit $x = 6P\tfrac{6}{5}(51\bar{6}1)$ sowie mit $k = \infty P\tfrac{6}{5}$ $(51\bar{6}0)$ bilden. Für Π besteht die zweite Zone $3R$: u : ∞P (g).

Nach Des Cloizeaux's Berechnung betragen die Kanten:

$R : \Phi = 27^0\,26'$	$R : \Pi = 26^0\,53'$
$s : \Phi = 23\ \ 31$	$s : \Pi = 21\ \ 44$

welche mit den für Φ^1 berechneten Werthen zu vergleichen sind.

Fig. 2 stellt einen einfachen linken Krystall (15 mm lang 4 mm dick) dar, bemerkenswerth durch das Auftreten und die treffliche Ausbildung der seltenen Fläche φ. Bei dieser tadellosen Beschaffenheit mussten die anscheinenden Schwierigkeiten ihrer Bestimmung umsomehr überraschen. Indem nämlich zunächst x_1 für die gewöhnliche Trapezfläche $6P\tfrac{6}{5}$ gehalten und eine Zone R : φ : x angenommen wurde, konnte eine befriedigende Uebereinstimmung der gemessenen und der, aus irgend welcher annehmbaren Formel, berechneten Winkel nicht erzielt werden. Erst nachdem ermittelt, dass φ weder genau in die Zone R : x_1 fällt, noch dass letztere Fläche mit dem Trapez x identisch ist, konnte die Bestimmung erfolgreich durchgeführt werden.

Der Krystall zeigt die Flächen $-R$ etwas vorherschend über R, ferner die Rhombenflächen sehr schön und gross an drei abwechselnden Ecken. Die beiden in die Figur eingezeichneten Trapeze sind das gewöhnlich $u = 4P\tfrac{4}{3}(4\bar{1}\bar{3}1)$ und eine bisher nicht angegebene Form

$$x_1 = \tfrac{11}{2}P\tfrac{11}{9}\ (11.\bar{2}.\bar{9}.2) \qquad \text{(rhomboëdrische Formel } \tfrac{7}{2}R\tfrac{11}{7}\text{)}.$$

Diese Bestimmung gründet sich auf die gemessene Kante $x_1 : s = 24^0 42'$; berechnet $24^0 47' \frac{1}{2}$. $x_1 : -R = 53^0 41' \frac{1}{2}$ (ber.).

Die unter s liegenden Prismenkanten sind sehr schmal durch das hemiëdrische zweite Prisma abgestumpft, während diejenigen Verticalkanten, an denen s nicht auftritt, durch gerundete sehr schmale Flächen eines hemiëdrisch zwölfseitigen Prismas zugeschärft werden. — Die Bestimmung von φ erfolgte auf Grund der beiden Messungen $s : \varphi = 21^0 18'$ und $R : \varphi = 19^0 35'$ und ergab die Formel

$$\varphi = \tfrac{7}{3}P\tfrac{7}{6}\ (7\bar{1}\bar{6}3) \qquad \text{(rhomboëdrische Formel } \tfrac{5}{3}R\tfrac{7}{5}\text{)}.$$

Berechnete Werthe (durch Des Cloizeaux): $s : \varphi = 21^0 14\frac{1}{4}'$; $R : \varphi = 19^0 33'$.

Wenngleich am Krystall 2 zur Bestimmung von φ Zonen bekannter Flächen nicht benutzt werden konnten, so steht sie doch im Zonenverband mit mehreren der häufigeren Formen. Es besteht nämlich ein Kantenparallelismus zwischen $R : \varphi : y$, sowie $-R$: (in der Figur links) $\varphi : 3R$ (im vorderen Sextanten).

Wie die Fig. 2 andeutet, werden die Polkanten des Gegenrhomboëders schief abgestumpft durch eine schmale Fläche a, einem Hemiskalenoëder angehörig für welches die Zone $\varphi : R$ constatirt werden konnte, woraus die Formel

$$a = \tfrac{4}{7}P\tfrac{4}{3}(31\bar{4}7) \qquad \text{(rhomboëdrisch } \tfrac{2}{7}R2\text{)}$$

sich ergiebt. Berechnete Neigung $a : -R$ (rechts) $= 31^0 6\frac{1}{2}'$; $a : -R$ (links) $= 54^0 38\frac{1}{2}'$. Hiermit stimmen die wegen äusserster Schmalheit der Flächen nur angenäherten Messungen nahe überein.

Bisher scheinen Flächen dieser Lage nur als schiefe Abstumpfungen der Polkanten des Hauptrhomboëders beobachtet worden zu sein.

Fig. 3 ist ein rechter Krystall (30 mm gross, 18 mm dick), von Hidden mit der Bemerkung begleitet »a slightly different type from any of my finds«. Diese Verschiedenheit beruht in der Entwickelung oberer Trapeze auf der Zone $+R : s : g$, wodurch der vorliegende Krystall sich einigen der früher geschilderten Zöptauer Quarzen (diese Zeitschr. **5**, Taf. I, Fig. 3) in bemerkenswerther Weise nähert.

Ausser den allbekannten Flächen $\pm R$, $2R$, $\pm 3R$, s zeigt unser Krystall die beiden obern Trapeze $t = \frac{5}{3}P\frac{5}{3}(32\bar{5}3)$ und $T = \frac{7}{4}P\frac{7}{4}(43\bar{7}4)$, sowie das untere Trapez $\varepsilon = -3P\frac{3}{2}(12\bar{3}1)$.

Die seltene Fläche T wurde an Zöptauer Quarzen aufgefunden und erscheint nun zum ersten Male an Nord-Carolina-Quarzen. Die Bestimmungen geschahen auf Grund folgender Messungen:

$$\begin{array}{lll} R : t = & 21^0 52' & (\text{ber. } 21^0 47') \\ R : T = & \left\{ \begin{array}{l} 23\ \ 30 \\ 23\ \ 56 \end{array} \right. & (\text{ber. } 23\ \ 44\tfrac{1}{2}) \\ \text{2 Bilder} & & \end{array}$$

ε ist eine an den Krystallen der Nord-Carolina-Fundstätten häufige Fläche; sie bildet schiefe Abstumpfungen der Kante $3R : -3R$. Der Krystall zeigt zwei sehr ausgedehnte Flächen $-R$, welche indess durch stumpfe Brüche, bezw. Wölbungen deformirt sind. In der zur Rechten der Figur liegenden Fläche $-R$ besitzt die rechts unten liegende Partie vollkommen normale Lage, wie die von ihr und der im angrenzenden hinteren Sextanten liegenden Fläche gebildete Polkante $= 46^0 16'$ beweist. Der grössere Theil derselben Fläche bietet geknickte Felder dar, welche, eine Krümmung von mehreren Graden beschreibend, theils zur Bildung einer oberen Trapezfläche zwischen $-R$ und s, theils einer solchen zwischen R und $-R$ neigen. — Der Zwillingsbau des vorliegenden Krystalls verdient inso-

fern Erwähnung, als das Individ, welches im linken vorderen Sextanten glänzende Flächen besitzt ($3R$, R) auch ein wenig auf die Scheitelfläche des vorderen Sextanten übergreift (s. Fig.), was in dieser Weise an den Nord-Carolina-Quarzen nicht gewöhnlich beobachtet wird.

Fig. 4 stellt, doppelt vergrössert, einen von vier ähnlich gebildeten merkwürdigen Krystallen dar, demselben Typus angehörig, welcher bereits im Sitzungsber. d. niederrhein. Gesellsch. v. 6. Juli 1885 in Fig. 9 abgebildet wurde. Mit Rücksicht auf das ganz eigenartige Gepräge dieser Krystalle erscheint es gestattet, nochmals auf dieselben zurückzukommen. Herr Hidden fügt den vorliegenden Krystallen die Worte hinzu (d. d. Emerald and Hiddenite Mine, Stony Point, Alex. Co. N. Car. June 6. 1886): »Gestern war ich so glücklich, 25 Krystalle des bewussten merkwürdigen Typus zu finden in einer Tiefe von 11 F. An einem dieser Krystalle ist ist die Fläche k_2 völlig 5 mm breit und 8 mm lang.«

Die vorliegenden Krystalle, sämmtlich linke, theils einfache Individuum, theils Zwillinge (letztere mit gleichen Trapezreihen in benachbarten Sextanten), sind eine Combination folgender Formen:

$$\pm R,\ \pm\tfrac{3}{2}R,\ \pm 2R,\ \pm 3R,\ s = 2P2,$$
$$L = -\tfrac{3}{2}P\tfrac{3}{2}(3\bar{2}\bar{1}2),\ \sigma = \tfrac{12}{5}P\tfrac{12}{7}(12.\bar{5}.\bar{7}.5),$$
$$u = 4P\tfrac{4}{3}(4\bar{1}\bar{3}1),\ x = 6P\tfrac{6}{5}(6.\bar{1}.\bar{5}.1),$$
$$v = 8P\tfrac{8}{7}(8\bar{1}\bar{7}1),\ g = \infty R,\ k_2 = \infty P\tfrac{4}{3}(4\bar{1}\bar{3}0).$$

Das Auftreten und die Ausdehnung des hemiëdrisch-zwölfseitigen Prismas k_2 — an denjenigen Kanten des Prismas g, auf welche die Rhombenflächen s aufgesetzt sind, — die stets vorhandene Combination von k_2 mit den Trapezen aus der Zone $-R : s : g$ und namentlich mit v bilden das Charakteristische dieser Krystalle. Die Flächen k_2 tragen eine feine verticale Streifung, doch konnte ihre Bestimmung mit Sicherheit geschehen bezw. bestätigt werden, theils durch Messung, theils durch Beobachtung der horizontalen Kantenrichtung $k_2 : u$. Wenn, wie es an einem der Krystalle stattfindet, ein Theil des unteren Endes ausgebildet ist und namentlich v zum Schneiden kommt mit dem zur Linken liegenden k_2, so bemerkt man den Kantenparallelismus $\sigma : k_2 : v'$ (s. Fig. 4a). Unter den Eigenthümlichkeiten dieser merkwürdigen Krystalle dürfte noch hervorzuheben sein, dass die Prismenflächen g zuweilen verticale Streifen tragen, eine beim Quarz, soweit mir bekannt, sonst nicht vorkommende Erscheinung. Diese Streifen werden durch ein Einsetzen von k_2 hervorgerufen. Das Zwillingsrelief der Flächen tritt meist deutlich und in eigenthümlicher Weise hervor.

Fig. 5 ist ein kleiner (20 mm) Krystall, wohl ohne Zweifel von Burke Co., wie die schalenförmige Bildung und die charakteristische, in vorliegender Figur nicht wiedergegebene, Flächensculptur beweisen (s. diese Zeitschr. **10**, 475). Diese Eindrücke, ungleichseitige Dreiecke, boten auch hier ein leichtes und sicheres Kennzeichen, um die Natur des Krystalls als eines Zwillings zweier linker Individuen zu ermitteln. Wie die Figur andeutet, fügen sich an einen relativ grösseren Krystall I nach Art von Fortwachsungen zwei kleinere Gebilde, II und III. Zum Hauptkrystall I steht die Fortwachsung II in Zwillingsstellung, wie man sogleich aus der Flächenbezeichnung $\pm R$ erkennt. Die Fortwachsung III befindet sich, mit Ausnahme eines kleinen zu II gehörigen Stückes, in identischer Stellung mit I. Dies Specimen bietet nun ein bemerkenswerthes Beispiel des Auftretens der »Hemiskalenoëder aus der Polkantenzone des Rhomboëders $\pm R$« dar. Es geht aus dem Anblick der Figur hervor, dass β II eine Abstumpfung der Polkanten von $-R$, β' III eine solche der Polkante von $+R$ ist. Es konnten zwar nur angenäherte

Messungen ausgeführt werden ($\beta : -R$ sowie $\beta' : +R = 30^0-28^0$), welche indes genügen, um für die Fläche in Rede die Formel

$$\beta, \beta' = \tfrac{9}{14}P\tfrac{9}{5} \; (4.5.\bar{9}.14)$$
$$(\text{rhomboëdrisch } \tfrac{1}{14}R9)$$

zu gewährleisten. Für dies Hemiskalenoëder berechnet sich die Neigung $\beta : -R$ bezw. $\beta' : R = 28^0 1\frac{1}{4}'$. Es ist demnach ein und dieselbe Form, welche sowohl an den Kanten des Haupt-, wie an denen des Gegenrhomboëders auftritt; während aber die Fläche β, am herrschenden $-R$ erscheinend, zur Rechten sich neigt, sinkt β' zur Linken hinab.

Zum Vergleich mit dem Krystall Fig. 5 ist in Fig 5a ein Krystall aus der Sammlung des Herrn J. A. D. Stephenson in Statesville, N. Car., dargestellt. Es ist ein rechtes Individ, eine Combination von $\pm R$, $2P2$ (s), ∞R (g), $0R$ (c) und den beiden Hemiskalenoëderflächen

$$b\tfrac{3}{2} = -\tfrac{3}{5}P\tfrac{3}{2} \; (3\bar{2}\bar{1}5)$$
$$\beta\tfrac{3}{2} = \tfrac{3}{5}P\tfrac{3}{2} \; (\bar{2}315).$$

Annähernde Messungen ergaben für $b\frac{3}{2} : R' = 32^0 15'$, für $b\frac{3}{2} : R = 53^0 30'$. Es wurde ferner constatirt, dass $\beta\frac{3}{2}$ gleich geneigt ist zu $-R'$ wie $b\frac{3}{2}$ zu R' und also $\beta\frac{3}{2} : -R$ wie $b\frac{3}{2}$: R. Die entsprechenden aus der Formel berechneten Neigungen betragen $32^0 21'$, $53^0 24'$, in Anbetracht der Flächenbeschaffenheit in befriedigender Uebereinstimmung mit den Messungen. Nachdem die Fläche $b\frac{3}{2}$ bereits bestimmt, bemerkte ich, dass sie identisch ist mit einer schon durch Des Cloizeaux nachgewiesenen Form. Er beobachtete $b\frac{3}{2}$ an einem farblosen Krystall aus dem Canton Wallis, sowie an einem brasilianischen Amethyst. An letzterem sind die drei Polkanten des sehr vorherrschenden Hauptrhomboëders durch die Flächen $b\frac{3}{2}$ schief abgestumpft. Des Cloizeaux's Worte: »diese Abstumpfungsflächen sind ziemlich breit und hinlänglich eben, um trotz ihres geringen Glanzes bestimmt werden zu können«, passen auch auf den Krystall Fig. 5a. Man bemerke, dass $b\frac{3}{2}$ zur Rechten, $\beta\frac{3}{2}$ (wenn dem Beschauer zugekehrt) zur Linken geneigt ist.*)

Denken wir uns jene durch zwei herrschende $-R$ Flächen gebidete Krystallhälfte in Zwillingsstellung, d. h. 180^0 um die Verticale gedreht, so würden wir einen unmittelbaren Vergleich mit der Fig. 5 gewinnen. Auf Grund des Auftretens der Hemiskalenoëderflächen an jenem (einem rechten), am vorliegenden (einem linken) Krystall sowie am Krystall, Fig. 2 (s. oben) können wir demnach folgende Regel ableiten:

Hemiskalenoëderflächen treten sowohl an den Polkanten von $+R$ als auch an denen von $-R$ auf. Im ersteren Fall neigen sie bei rechten Krystallen zur Rechten, bei linken Krystallen zur Linken; umgekehrt verhält es sich, wenn Hemiskalenoëderflächen an den Kanten $-R$ erscheinen, indem sie an rechten Krystallen zur Linken, an linken zur Rechten geneigt sind. Mit dieser Regel stimmen ferner überein die in der Arbeit über die Burke Co.-Quarze (diese Zeitschr. 5, 475) durch die Figuren 6, 7 und 14 dargestellten Krystalle, während der daselbst in Fig. 10 abgebildete merkwürdige Krystall anscheinend ein entgegengesetztes Verhalten zeigt. Indess ist der Krystall in Rede, der Sammlung des

*) In der früheren Mittheilung (Sitzungsber. d. niederrhein. Gesellsch. vom 6. Juli 1885) glaubte ich das Auftreten der Flächen $b\frac{3}{2}$ an unserm Krystall im Sinne der Quarztheorie nur durch die Annahme erklären zu können, dass er ein Zwilling zweier ungleicher Individuen (Rechts- und Linksquarz) in ungleicher Stellung sei. Der Krystall Fig. 5 aus der Hidden'schen Sammlung ermöglicht indes die zweifellos richtige Erklärung.

Herrn G. Kunz angehörig, eine Verwachsung von Rechts- und Linksquarz und es ist immerhin möglich, dass auch gegen den Scheitel hin noch eine lamellenförmige Partie von Rechtsquarz dem herrschenden Individ von Linksquarz eingeschaltet ist, wodurch die Neigung der Fläche β in Uebereinstimmung mit der oben ausgesprochenen Regel gelangen würde.

In vollkommener Uebereinstimmung mit obiger Regel steht ein anderer ausgezeichneter Nord-Carolina-Quarz der Hidden'schen Sammlung. Der Krystall (26 mm hoch, 22 bezw. 13 mm dick), ein linkes Individ, zeigt in der Zuspitzung herrschend das Hauptrhomboëder, dessen Polkanten schief abgestumpft werden durch nicht sicher bestimmbare, weil gerundete und zum Theil mit Wachsthumshügeln bedeckte Flächen eines Hemiskalenoëders, welche zur Linken geneigt sind. Vortrefflich ausgebildet sind an diesem Krystall die Flächen des dreiseitigen (zweiten, hemiëdrischen) Prismas, — an denjenigen Verticalkanten liegend, an welchen die Rhombenflächen $2P2(s)$ auftreten.

Zu den bemerkenswerthesten Krystallen der Nord-Carolina-Fundstätten gehört ohne Zweifel der in

Fig. 6 dargestellte Typus, welcher die Gyroëdrie des Quarzes in überraschender Weise zur Erscheinuug bringt, indem die Flächen des Hauptrhomboëders gänzlich oder bis auf eine äusserst geringe Spur aus der Erscheinung verdrängt und durch das obere Trapezoëder $t_6 = \frac{18}{17}P\frac{18}{17}$ $(17.1.\bar{1}\bar{8}.17)$ ersetzt werden.

t_6 wurde durch Des Cloizeaux an Krystallen von Traversella und Little Falls (New York) entdeckt. An den vorliegenden Krystallen gründet sich die Bestimmung auf die Messung $t_6 : R = 2^0 25'$ (berechnet durch Des Cloizeaux = $2^0 23'$). Während die Flächen R fast aus der Umgrenzung verschwinden und durch t_6 ersetzt werden, sind die $-R$ durchaus normal entwickelt. In den abwechselnden Sextanten erblicken wir demnach eine horizontale Kante $-R : -3R$ oder eine schiefgeneigte $t_6 : 3R$. Die Krystalle sind bald rechte, bald linke, in ersterem Fall senkt sich die Kante oben zur Rechten, in letzterem zur Linken hinab.

Fig. 7 bringt schliesslich einen ziemlich unscheinbaren (ca. 25 mm grossen) rechten Krystall (Rauchquarz) zur Anschauung, welcher eine im Quarzsystem sehr ungewöhnliche Fläche zwischen s und $2R$ besitzt. Sie ist ca. $\frac{2}{3}$ mm breit, 3 bis 4 mm lang, mit feinen warzenähnlichen Erhöhungen bedeckt und nicht vollkommen eben, sodass die mehrfachen Reflexe eines nahen Lampenlichtes etwas mehr als 1^0 differirende Werthe ergeben. Trotzdem ist wohl an dem Charakter der Fläche als eines krystallonomischen Begrenzungselementes nicht zu zweifeln, um so weniger, da sie in zwei alternirenden Sextanten, d. h. nach dem Gesetze der Tetartoëdrie erscheint. Die Bestimmung der neuen Fläche erfolgt sehr leicht, da sie die Kante $s : 2R$ abstumpft und ausserdem in die Polkantenzone des Hauptrhomboëders fällt. Daraus die Formel

$$\daleth = 2P\tfrac{4}{3}(31\bar{4}2)\text{; rhomboëdrisch: } R2.$$

Berechnete Winkel:

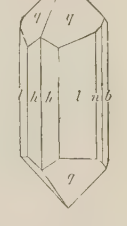
$$\daleth : R = 18^0 49\tfrac{1}{2}' \quad (\text{gem. } 18^0 55' \text{ bis } 18^0)$$
$$\daleth : s = 14\ \ 43\tfrac{1}{2} \quad (\text{gem. } 15\ \ 25\text{—}15';\ 14^0 15')$$
$$\daleth : u = 11\ \ 17$$

Es bedarf kaum der Erwähnung; dass $\daleth$ und $u = 4P\frac{4}{3}$ eine horizontale Combinationskante bilden. Die Zone dieser Flächen würde abwärts zum hemiëdrischen Prisma k_2 führen, welches an gewissen Nord-Carolina-Quarzen eine nicht unwichtige Rolle spielt. Die neue Fläche erscheint wie fremdartig im System des

Quarzes; sie ist gleichsam entlehnt dem System des Kalkspaths. Es fehlte bisher nicht ganz an ähnlich liegenden Flächen. Eine solche $d^{\frac{17}{10}} = \frac{27}{7} P \frac{27}{17}$ $(17.10.\overline{27}.7)$ entdeckte Des Cloizeaux an einem brasilianischen Amethyst (s. Mémoire s. la cristallisation et la structure intérieure du Quartz, Ann. de Chim. et de Physique III. Sér. **45**, 227; 1855).

2. E. S. Dana (in New Haven): **Mineralogische Notizen.** 1. Diaspor. Diaspor von Newlin, Penn. Durch die Freundlichkeit des Herrn Prof. F. W. Clarke und des Herrn J. Willcox wurde ich in den Stand gesetzt, einen dem Letzteren gehörigen Diasporkrystall von Newlin, bei Unionville, Penn., zu untersuchen. Der Krystall ist der schönste, der je an dieser Stelle gefunden wurde; er ist prismatisch, gegen $\frac{3}{8}$ Zoll lang und an beiden Enden ausgebildet. Die Verticalzone ist stark gestreift. Folgende Formen wurden beobachtet:

$$b = (010)\infty\breve{P}\infty, \quad h = (210)\infty\bar{P}2, \quad l = (120)\infty\breve{P}2, \quad n = (150)\infty\breve{P}5,$$
$$q = (232)\tfrac{3}{2}\breve{P}\tfrac{3}{2}.$$

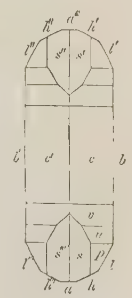


Die Pyramide q ist neu für dieses Mineral.

Der Krystall erlaubt nur angenäherte Messungen. Bessere Messungen wurden erhalten an einem ähnlichen, aber sehr kleinen Krystall desselben Fundortes aus der Sammlung des Herrn Prof. Brush. Die gemessenen Winkel sind (Stellung nach v. Kokscharow):

		Berechnet:	Gemessen:
$q : q'$	$= (232):(\bar{2}32)$	$= 51^0\ 2'$	$51^0 20'$
$q : q''$	$= (232):(\bar{2}\bar{3}2)$	$= 96\ \ 3$	$96\ \ 14$
$q : q'''$	$= (232):(2\bar{3}2)$	$= 74\ \ 34$	$74\ \ 30$

Diaspor von Chester, Mass. Der Diaspor findet sich an dieser Localität gewöhnlich in dünnen, spaltbaren Platten auf derbem Magnetit. Gelegentlich findet man auch sehr zarte, nadelförmige Kryställchen und Gruppen nach dem Brachypinakoid tafelförmiger Krystalle. Eine Projection auf die Basis dieser letzterwähnten Formen giebt beistehende Figur. Die Krystalle sind in Wirklichkeit zusammengesetzt aus nahezu parallelen Theilen. Die Verticalzone ist stark gestreift, ebenso die Zone pe. Die beobachteten Flächen sind: $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $b(010)\infty\breve{P}\infty$, $h(210)\infty\bar{P}2$, $l(120)\infty\breve{P}2$, $e(011)\breve{P}\infty$, $s(212)\bar{P}2$, $p(111)P$, $u(344)\breve{P}\frac{4}{3}$, $v(122)\breve{P}2$.



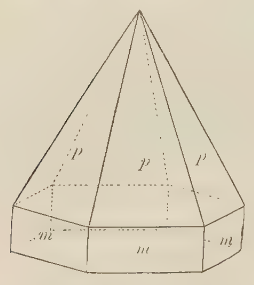
Die Formen u und v sind neu, und wurden bestimmt aus folgenden Werthen:

	Berechnet:	Gemessen:
$a : u$	$= 67^0 30'$	$67^0 29'$
$a : v$	$= 74\ \ 35$	$75\ \ 30$ appr.

2. Rothzinkerz. Unsere Kenntnisse des Zinkprotoxyd beruhten bislang auf Beobachtungen an künstlichen Krystallen, da das natürliche Vorkommen gewöhnlich nur derbe Massen zeigt mit einer deutlichen basischen und einer prismatischen Spaltbarkeit. Frühere Messungen der künstlichen Krystalle wurden von Rose (1852) gegeben, seitdem wurden weitere Beiträge durch vom Rath, Des Cloizeaux und Anderen geliefert. Die neuesten Beobachtungen von Rinne (diese Zeitschr. **11**, 329) scheinen sehr genau zu sein. Der von ihm beobach-

tete Pyramidenwinkel ist $= 52^0 21'$ und das Axenverhältniss $a : c = 1 : 1,6219$. Seine Beobachtungen über Aetzfiguren und andere Punkte sind sehr interessant.

Die Sammlung des Herrn C. S. Bement enthält nun einige Handstücke des Zinkits von Stirling Hill, N. J., welche deutliche Krystalle erkennen lassen. Zwei derselben zeigen hemimorphe Ausbildung, am einen Ende die für dieses Mineral charakteristische quarzähnliche Pyramide, am andern die Basis, dazwischen klein das Prisma.



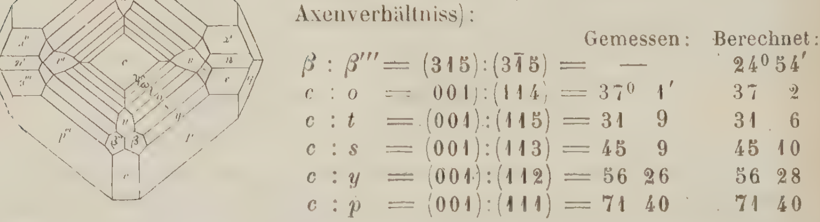
Andere Stücke zeigen dieselbe Form grösser (bis zu 2 Zoll Länge) ringsum eingewachsen. Die beistehende Figur zeigt den Habitus dieser Krystalle. Folgende Winkel, welche keinen Anspruch auf Genauigkeit machen, wurden gemessen; sie zeigen eine ziemliche Annäherung an die an künstlichen Krystallen erhaltenen Werthe.

	Gemessen:	Berechnet:
$p : p' =$	$53^0 43'$	$52^0 21'$ Rinne
$p' : p'' =$	54 2	
$c : p =$	65 20 appr.	61 54

3. Schwefel. Ein Stück natürlichen Schwefels von Rabbit Hollow, Nevada, aus der Sammlung des Herrn Prof. Brush, ist sehr interessant durch den Reichthum der Formen, welche die Krystalle zeigen. Die Hauptmasse ist krystallinisch und die einzelnen Theile meist in paralleler Stellung, jedoch sind gut ausgebildete Krystalle selten. Einer derselben wurde abgelöst und gemessen: beistehende Figur giebt eine Projection desselben auf der Basis.

Die beobachteten Formen sind:

$c = (001)0P$	$o = (114)\frac{1}{4}P$
$u = (103)\frac{1}{3}\bar{P}\infty$	$s = (113)\frac{1}{3}P$
$e = (101)\bar{P}\infty$	$y = (112)\frac{1}{2}P$
$v = (013)\frac{1}{3}\breve{P}\infty$	$p = (111)P$
$n = (011)\breve{P}\infty$	$\beta = (315)\frac{3}{5}\bar{P}3$
$\psi = (119)\frac{1}{9}P$	$z = (135)\frac{3}{5}\breve{P}3$
$\omega = (118)\frac{1}{8}P$	$x = (133)\breve{P}3.$
$t = (115)\frac{1}{5}P$	



Hiervon sind β und o neu; β wurde bestimmt durch die Zonen p, s''' [$111, 1\bar{1}3$] und y, x [$112, 133$], o liegt in der Zone c, p [$001, 111$]. Die berechneten Winkel dieser Formen sind (nach von Kokscharow's Axenverhältniss):

		Gemessen:	Berechnet:
$\beta : \beta''' =$	$(315):(3\bar{1}5) =$	—	$24^0 54'$
$c : o$	$= (001):(114) =$	$37^0 1'$	37 2
$c : t$	$= (001):(115) =$	31 9	31 6
$c : s$	$= (001):(113) =$	45 9	45 10
$c : y$	$= (001):(112) =$	56 26	56 28
$c : p$	$= (001):(111) =$	71 40	71 40

3. R. Prendel (in Odessa): **Ueber die möglichen Arten der Hemiëdrie.** Die Frage, warum nicht alle theoretisch möglichen Krystallformen in der Natur repräsentirt sind oder nur sehr wenige Repräsentanten im Mineralreiche haben, gehört zu den wichtigsten der Krystallologie und ich möchte hier einige Speculationen über

diesen Gegenstand folgen lassen, die vielleicht als ein Beitrag zur Lösung dieses Problems angesehen werden dürften.

Vom physikalischen Standpunkte betrachtet stellt die Hemiëdrie eine Erscheinung dar, die vom gleichen Bau der abwechselnden Krystallräume*) abhängt und zugleich eine ungleiche Structur der benachbarten Krystallräume bedingt. Wenn wir nun annehmen, dass diese Ungleichheit der physikalischen Structur sich in der Verschiedenheit der äusseren Begrenzung manifestirt, so müssen wir bei der Deduction der hemiëdrischen Formen von den holoëdrischen die Krystallräume immer so behandelt denken, dass die benachbarten Oktanten (resp. Dodekanten) eine relativ ungleiche Veränderung erleiden.

Versuchen wir aber bei Zugrundelegung dieses Princips die Hemiëdrien der orthometrischen und tetrametrischen Systeme zu durchmustern, so kommen wir zu folgenden Resultaten:

1) Im regulären System werden drei Arten von Hemiëdrie angenommen: die tetraëdrische, die pentagonale und die gyroëdrische. Von diesen dreien erscheinen nur die zwei ersten als physikalisch möglich, da bei ihnen nämlich das Princip der ungleichen Veränderung der benachbarten Oktanten bei ihrer Ableitung aus den holoëdrischen Formen durchgeführt sein kann; bei der Deduction aber der plagiëdrischen Formen werden die gleichen Oktantentheile so gewählt, dass sie in den benachbarten Krystallräumen dieselbe Lage haben; — die benachbarten Oktanten werden also so behandelt, dass ihre relative Gleichheit dadurch nicht gestört wird und in obigem Sinne eine Hemiëdrie nicht entstehen kann. In der That gelang es auch bis in die letzte Zeit nicht, Substanzen zu finden, die in dieser plagiëdrischen Hemiëdrie krystallisirten, erst vor einigen Jahren fand G. Tschermak diese Hemiëdrie am Salmiak und bald nachher entdeckte sie A. Miers am Cuprit aus Cornwall.

Wenn man aber für alle bis jetzt beobachteten enantiomorphen Krystalle die Circularpolarisation als bezeichnend annimmt, so fällt doch das Fehlen dieser optischen Eigenschaft in diesen beiden Fällen sehr auf. Die Abwesenheit von plagiëdrischen Formen in den mit Salmiak oder mit Cuprit isomorphen Verbindungen, die meistens sehr schön krystallisiren, kann ebenfalls befremdend scheinen. Die Riefung der Flächen endlich (Leistchen an den Salmiakkrystallen) und die (approximativen?) Winkelwerthe, die von den berechneten bis auf 2° (beim Cuprit) abweichen, machen die Vermuthung möglich, dass hier vielleicht mimetische Krystalle vorliegen.

2) Im tetragonalen System werden folgende Arten der Hemiëdrie als möglich betrachtet: die sphenoidische, die trapezoëdrische und die pyramidale.

Bei der Ableitung der Formen der sphenoidischen Hemiëdrie wird die Bedingung der Ungleichheit der benachbarten Oktanten erfüllt, was aber bei der Deduction der trapezoëdrischen und pyramidalen Halbflächner nicht der Fall ist. Wie bekannt, kennt man auch keine Substanzen, an denen trapezoëdrische Formen beobachtet worden wären; was aber die pyramidale Hemiëdrie betrifft, so findet man sie sehr selten im Mineralreiche vertreten, und von den wenigen bekannten Beispielen sind die meisten etwas verdächtig. Der klassische Scheelit z. B. zeigt eine deutlich optische Zweiaxigkeit**) und bei dem mit dem Scheelit isomorphen Wulfenit scheint der Umstand, dass nach den letzten Angaben von

*) Oktanten in den trimetrischen Systemen, Dodekanten im tetrametrischen System.
**) Madelung: Diese Zeitschr. 7, 75 und 76.

Herrn S. Koch*) die Prismen und Pyramiden der 3. Ordnung stets mit abgerundeten Flächen zum Vorschein kommen und daher keine sichere Bestimmung ihrer Indices machen lassen, endlich die Streifung und die bedeutenden Abweichungen der Winkelwerthe an einem und demselben Individuum mehr für eine mimetische, nicht tetragonale Krystallform zu sprechen, als für eine andere Erklärung.

Es bleiben noch die pyramidal-hemiëdrischen Substanzen Stolzit (mit Scheelit isomorph) und Erythrit übrig, deren physikalische Eigenschaften uns indessen sehr wenig bekannt sind.

3) Wenn wir nun zum rhombischen System übergehen, so sehen wir hier nur die Krystalle der sphenoidischen Hemiëdrie im Mineralreiche realisirt; sie allein lassen sich auch nach dem Principe der ungleichen Begrenzung der benachbarten Oktanten ableiten. Bei der Deduction der meroëdrischen Formen aber erscheint es unmöglich, dieses Princip anzuwenden, da in diesem Falle je zwei anliegende Oktanten einer gleichen Veränderung unterworfen werden, und wir kennen auch bis jetzt keine Repräsentanten der Meroëdrie in der Natur.

4) Wenn wir endlich annehmen, dass im hexagonalen Systeme den Dodekanten dieselbe Rolle, die in den trimetrischen Systemen die Oktanten spielen, zuzuschreiben ist, und wenn wir bei der Ableitung der Halbflächner von dem angenommenen Principe ausgehen, so kommen wir nur zu einer möglichen Art von Hemiëdrie im hexagonalen Systeme — zur rhomboëdrischen; was die pyramidale und trapezoëdrische Hemiëdrie anbelangt, so ist es uns unmöglich, ihre Formen von diesem Standpunkte ausgehend abzuleiten.

Sehen wir uns nun nach den natürlichen Repräsentanten der hexagonal-hemiëdrischen Formen an, so finden wir, dass der überwiegend grösste Theil der natürlichen Krystalle der rhomboëdrischen Abtheilung angehört, dass trapezoëdrisch-hemiëdrische Krystalle gar nicht existiren und die pyramidale Hemiëdrie nur an einem einzigen Minerale — am Apatit — deutlich zum Vorschein kommt. Da aber die optische Prüfung seiner Krystalle zeigt, dass sie zweiaxig sind und ausserdem in drei optisch unterscheidbare Theile (Sectoren) zerfallen, so sind dieselben nach Mallard für mimetisch zu halten. Aehnliche Eigenschaften besitzen auch die mit Apatit isomorphen Mineralien Pyromorphit und Mimetesit (nach Bertrand).

Prüft man endlich die Richtigkeit des von uns aufgestellten Princips in der Tetartoëdrie, so kommt man wieder zum Schlusse, dass nur diejenigen tetartoëdrischen Formen wirklich existiren, die von den holoëdrischen mit Berücksichtigung der ungleichen Behandlung der benachbarten und der Gleichheit der abwechselnden Krystallräume ableitbar sind. In diesem Sinne sind z. B. keine Tetartoëder möglich, die durch das Zusammenwirken der pyramidalen und trapezoëdrischen Hemiëdrien im hexagonalen Systeme entstehen würden; dasselbe gilt auch für das tetragonale System u. s. w.

Es würde wohl von Interesse sein, die vorstehend skizzirten Ansichten durch erneute Untersuchung auf eine etwaige mimetische Krystallform an denjenigen Substanzen zu prüfen, deren Gestalten bisher in entgegengesetzter Weise aufgefasst worden sind.

4. H. A. Miers (in London): **Zonenformel für orthogonale Systeme.** Man kann die von Schrauf (S. 175) für orthogonale Zonen angegebene Formel durch

*) S. Koch: Diese Zeitschr. 6, 395 u. w.

eine einfache und zur logarithmischen Berechnung viel bequemere Gleichung ersetzen.

Es seien $PQRS$ vier tautozonale Flächen, und sei der Normalwinkel $PS > PR$, und $PQ = 90^0$; dann ist

$$\frac{\text{tang } PS}{\text{tang } PR} = m = \text{das anharmonische Verhältniss} \left[\frac{PS}{PR}\right] \cdot \left[\frac{QR}{QS}\right],$$

mit Benutzung der Lang'schen Bezeichnungsweise (Lehrbuch der Krystallographie, S. 47) daher

$$\frac{m+1}{m-1} = \frac{\text{tang } PS + \text{tang } PR}{\text{tang } PS - \text{tang } PR} = \frac{\sin(2PR + RS)}{\sin RS}$$

oder

$$\sin(2PR + RS) = \frac{m+1}{m-1} \sin RS.$$

Ist RS gegeben, so folgt unmittelbar der Werth von PR.

Diese Formel ist identisch mit einer von Miller (Tract on Crystallography, § 20, S. 13) abgeleiteten.

Für die speciellen, von Schrauf angegebenen Fälle wird diese Gleichung:

$$\sin(2cm + md) = \frac{1+z}{1-z} \sin md$$

$$\sin(2cm + mf) = \frac{1-z}{1+z} \sin mf.$$

XXXIV. Auszüge.

1. **W. Voigt** (in Göttingen): **Erklärung der Farbenerscheinungen pleochroitischer Krystalle** (Neues Jahrb. für Miner., Geol. etc. 1885, **1,** 119—141). Die Resultate vorliegender Arbeit sind im Wesentlichen vom Verf. bereits an anderer Stelle mitgetheilt worden (vergl. diese Zeitschr. **11,** 93).

Als Ergänzung des eben citirten Referates möge noch erwähnt werden:

»Für mässige Absorption, wie sie bei Krystallen, die man im durchgehenden Lichte beobachtet, stets stattfindet«, ist für optisch einaxige Krystalle:

$$m\,\omega_o^2 = B_1, \quad m\,\omega_e^2 = B_1 \cos^2 c + B_3 \sin^2 c\,,$$

worin c den Winkel der Fortpflanzungsrichtung der Welle gegen die Hauptaxe und m die Aetherdichtigkeit bezeichnet. Der Absorptionsindex $\varkappa$ der beiden Wellen ist in diesem Falle bestimmt durch:

$$2\,\tau\,\varkappa_o = \frac{C}{B_1}, \qquad 2\,\tau\,\varkappa_e = \frac{C_1 \cos^2 c + C_3 \sin^2 c}{B_1 \cos^2 c + B_3 \sin^2 c},$$

worin $2\,\pi\,\tau = T$ die Schwingungsdauer bezeichnet; die Grössen B und C hängen von τ ab.

Variirt die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der extraordinären Welle nur wenig mit der Richtung, wie es gewöhnlich der Fall ist, so kann in der Formel für $\varkappa$ statt B_1 und B_3 auch ein mittlerer Werth B eingesetzt werden.

In den drei Hauptrichtungen rhombischer Krystalle entspricht der gleichen Geschwindigkeit auch die gleiche Absorption, d. h. diejenigen Wellen, welche bei zu einander senkrechter Fortspflanzungsrichtung auch zu einander senkrechte Schwingungen haben, werden gleich stark absorbirt, zeigen die gleiche Farbe (vgl. Beobachtung von Haidinger, Pogg. Ann. 1852, **86,** 131).

Die von Bertin ohne alle Polarisationsvorrichtung beobachteten schwachen Ringe (vgl. diese Zeitschr. **11,** 96) glaubt Verf. durch mehrfache innere Reflexion am Einfachsten erklären zu können, während bei der von Klein durch Zwillingslamellen erklärten Erscheinung ein Polarisationsapparat benutzt wurde, von welchem der obere Nicol entfernt war.

Ref.: J. Beckenkamp.

2. **Th. Liebisch** (in Königsberg): **Ueber die Totalreflexion an optisch einaxigen Krystallen** (Neues Jahrb. für Min. etc. 1885, **1,** 245—253). — **Ueber die Totalreflexion an doppeltbrechenden Krystallen** (Ebenda 1885, **2,** 181—211. Zweite Mittheilung. Ebenda 1886, **2,** 47—66). Verf. entwickelt in den genannten Arbeiten die Beziehungen zwischen dem Grenzwinkel der totalen Reflexion, der Lage der Grenz- und Einfallsebene und den optischen Constanten des Krystalls. Wegen der jedenfalls noch zunehmenden Verwendung des Totalreflecto-

meters zur Bestimmung der optischen Verhältnisse der Krystalle mögen die abgeleiteten Gesetze, soweit sie praktisch verwerthbar sind, nachstehend im Zusammenhange angeführt werden. Zu ihrer Herleitung wurde nicht die zu ähnlichen Zwecken stets verwendete Strahlenfläche, sondern die mancherlei Vorzüge besitzende Indexfläche benutzt.

Da die verschiedenen, in der theoretischen Optik gebräuchlichen Flächen nicht selten verwechselt werden, so möge das Wichtigste über dieselben vorausgeschickt werden*).

Als Wellenfläche bezeichnete Fresnel diejenige Fläche, bis zu welcher die von einem Punkte eines homogenen Mediums ausgegangene Wellenbewegung nach Ablauf einer gewissen Zeit — etwa der Zeiteinheit — sich ausgebreitet hat.

Trifft eine ebene Welle eine Krystallfläche, so ist nach dem Hugyhensschen Princip die neue Wellenebene innerhalb des Krystalls bestimmt durch die Berührungsebene der sämmtlichen vorhin definirten Flächen, welche man in einer der verflossenen Zeit (vom Eintreffen der Welle an den einzelnen Punkten der Grenzebene an gerechnet) entsprechenden Grösse um sämmtliche Schnittpunkte der ursprünglichen Wellenebene mit der Krystallfläche construirt; letztere bilden eine unendliche Anzahl von Erschütterungscentren für die Lichtbewegung im Krystall.

Das von einem solchen aus auf die gemeinsame Wellenebene gefällte Loth, die Wellennormale, giebt die Richtung und Geschwindigkeit der Fortpflanzung der Wellenebene an, der vom jedesmaligen Erschütterungscentrum nach der Berührungsstelle gezogene Radiusvector die Richtung und Geschwindigkeit des gebrochenen Strahles.

Da also die Radiivectoren der genannten Fresnel'schen Fläche die Fortpflanzungsgeschwindigkeiten der mit ihnen zusammenfallenden Strahlen und nicht der dazu senkrechten Wellenebenen darstellen, so bezeichnet man dieselben jetzt besser als Strahlenfläche.

Fresnel gab für diese Strahlenfläche folgende Construction. Bilde ein Radiusvector $\mathfrak{s}$ mit den Coordinatenaxen x, y, z die Winkel α, β, γ, so ist durch die Gleichung:

$$\frac{1}{\mathfrak{s}^2} = \frac{\cos^2 \alpha}{\mathfrak{a}^2} + \frac{\cos^2 \beta}{\mathfrak{b}^2} + \frac{\cos^2 \gamma}{\mathfrak{c}^2}$$

das Fresnel'sche Ellipsoid bestimmt. Die Hauptaxen $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$ desselben ($\mathfrak{a} < \mathfrak{b} < \mathfrak{c}$) bedeuten die Hauptlichtgeschwindigkeiten. Nach der Fresnelschen Auffassung gaben die Quadrate dieser Halbaxen auch die optische Elasticität nach den drei Hauptrichtungen an.

Legt man durch den Mittelpunkt dieses Ellipsoids irgend eine Ebene, und trägt die Hauptaxen der so entstandenen Schnittellipse im Centrum senkrecht gegen die Ebene auf, so bilden die Endpunkte Punkte der Strahlenfläche. Unter den Schnitten des Ellipsoids befinden sich auch zwei Kreisschnitte; in den zu denselben senkrechten Richtungen, den sog. Strahlenaxen, oder secundären optischen Axen, besitzen beide Strahlen die gleiche Fortpflanzungsgeschwindigkeit. Indem die durch den Mittelpunkt des Ellipsoids gelegte Schnittebene alle möglichen Lagen annimmt, beschreiben die Endpunkte der Normalen die Strahlenfläche. Die Gleichung der letzteren ist:

*) Vergleiche die Lehrbücher der Optik von Beer, F. Neumann, Verdet und das Lehrbuch der Physik von V. von Lang.

$$\frac{\mathfrak{a}^2 x^2}{\mathfrak{s}^2 - \mathfrak{a}^2} + \frac{\mathfrak{b}^2 y^2}{\mathfrak{s}^2 - \mathfrak{b}^2} + \frac{\mathfrak{c}^2 z^2}{\mathfrak{s}^2 - \mathfrak{c}^2} = 0,$$

die Gleichung derselben in Punktcoordinaten:

$$(\mathfrak{a}^2 x^2 + \mathfrak{b}^2 y^2 + \mathfrak{c}^2 z^2)(x^2 + y^2 + z^2)$$
$$- [\mathfrak{a}^2 (\mathfrak{b}^2 + \mathfrak{c}^2) x^2 + \mathfrak{b}^2 (\mathfrak{c}^2 + \mathfrak{a}^2) y^2 + \mathfrak{c}^2 (\mathfrak{a}^2 + \mathfrak{b}^2) z^2] + \mathfrak{a}^2 \mathfrak{b}^2 \mathfrak{c}^2 = 0.$$

Die Strahlenfläche ist eine Oberfläche vierter Ordnung à deux nappes. Die beiden Schalen haben vier Punkte gemein, doch lassen sie sich bei den optisch zweiaxigen Krystallen nicht wie bei den optisch einaxigen in zwei einfache Flächen zerlegen.

Die zu den vier gemeinsamen Punkten gehörigen Durchmesser bilden die genannten Strahlenaxen.

Ist s der Winkel, welchen letztere mit der Axe $\mathfrak{c}$ des Ellipsoids bilden, so ist:

$$\sin^2 s = \frac{\frac{1}{\mathfrak{b}^2} - \frac{1}{\mathfrak{a}^2}}{\frac{1}{\mathfrak{c}^2} - \frac{1}{\mathfrak{a}^2}} = \frac{\mathfrak{c}^2}{\mathfrak{b}^2} \frac{\mathfrak{b}^2 - \mathfrak{a}^2}{\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{a}^2}$$

$$\cos^2 s = \frac{\frac{1}{\mathfrak{c}^2} - \frac{1}{\mathfrak{b}^2}}{\frac{1}{\mathfrak{c}^2} - \frac{1}{\mathfrak{a}^2}} = \frac{\mathfrak{a}^2}{\mathfrak{c}^2} \frac{\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{b}^2}{\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{a}^2}.$$

Bei den optisch einaxigen Krystallen findet nur an zwei gegenüberliegenden Punkten Berührung statt, und in diesem Falle besteht die Strahlenfläche aus einer Kugel und einem Rotationsellipsoid, von welchen die eine bis auf die beiden Berührungspunkte entweder vollständig innerhalb oder vollständig ausserhalb der anderen liegt.

Diejenige Figur, welche die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle (in der Richtung ihrer Normalen) darstellt, bezeichnet man am richtigsten als Wellenfläche.

Zur Construction derselben bediente sich Fresnel einer Fläche, die nach F. E. Neumann als Ovaloid bezeichnet wird; Fresnel nannt sie Elasticitätsfläche. Seien α, β, γ die Winkel des Radiusvector ϱ mit den drei Axen x, y, z, so ist das Ovaloid bestimmt durch

$$\varrho^2 = \mathfrak{a}^2 \cos^2 \alpha + \mathfrak{b}^2 \cos^2 \beta + \mathfrak{c}^2 \cos^2 \gamma.$$

Diese Gleichung ist der eines Ellipsoides ähnlich; nur sind alle Längen reciprok.

Wie Magnus gezeigt hat, erhält man das Ovaloid aus dem vorgenannten Fresnel'schen Ellipsoid durch folgende Construction: Man lege an die verschiedenen Punkte des Ellipsoids Tangentialebenen und fälle von dem Mittelpunkte desselben auf die Tangentialebenen Senkrechte. Die Verbindungsfläche sämmtlicher Fusspunkte dieser Lothe giebt das Ovaloid. Die Quadrate der Halbmesser dieses Ovaloids geben nach der Fresnel'schen Auffassung die optische Elasticität nach allen möglichen Richtungen.

Um die Fortpflanzungsgeschwindigkeit einer Wellenebene zu bestimmen, legen wir parallel derselben eine Ebene durch das Centrum des Ovaloids, suchen den grössten und kleinsten Radiusvector des erhaltenen Ovalschnittes und tragen

beide im Centrum senkrecht zur Ebene auf, so stellen beide die Geschwindigkeiten dar, mit welchen eine Welle sich in der betreffenden Richtung fortpflanzt.

Unter den unendlich vielen Ovalschnitten giebt es auch zwei kreisförmige; Wellenebenen, die diesen Schnitten parallel sind, besitzen daher nur eine Fortpflanzungsgeschwindigkeit, und die auf diesen Wellen senkrechten Linien sind die (primären) optischen Axen.

Die Verbindungsfläche der Endpunkte aller möglichen Schnitte giebt die Wellenfläche. Auch letztere ist, wie die Strahlenfläche, eine doppeltschalige Fläche vierter Ordnung mit vier gemeinsamen Punkten, deren Verbindungslinien durch den Mittelpunkt die optischen Axen bilden.

Bezeichnen α, β, γ die Winkel der Wellennormalen mit den drei optischen Symmetrieaxen, und q die Fortpflanzungsgeschwindigkeit der Welle, so ist die Gleichung der Wellenfläche:

$$\frac{\cos^2 \alpha}{\mathfrak{a}^2 - q^2} + \frac{\cos^2 \beta}{\mathfrak{b}^2 - q^2} + \frac{\cos^2 \gamma}{\mathfrak{c}^2 - q^2} = 0.$$

Sei ω der Winkel zwischen einer optischen Axe und der z-Axe, so ist:

$$\sin^2 \omega = \frac{\mathfrak{b}^2 - \mathfrak{a}^2}{\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{a}^2}$$

$$\cos^2 \omega = \frac{\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{b}^2}{\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{a}^2}.$$

Diejenige Fläche, deren Radiivectoren die Brechungsindices einer in der bezüglichen Richtung sich fortpflanzenden Welle angeben, wird Indexfläche genannt. Da $n = \frac{v}{q}$, wenn n den Brechungsindex und v die Lichtgeschwindigkeit in Luft bezeichnet, so ist die Indexfläche die inverse Fläche der Wellenfläche, d. h. sie geht aus letzterer durch Transformation mittelst reciproker Radien hervor.

Ihre Gleichung ist demnach:

$$\frac{\cos^2 \alpha}{\mathfrak{a}^2 n^2 - 1} + \frac{\cos^2 \beta}{\mathfrak{b}^2 n^2 - 1} + \frac{\cos^2 \gamma}{\mathfrak{c}^2 n^2 - 1} = 0;$$

ihre Gleichung in Punktcoordinaten:

$$[\mathfrak{b}^2 \mathfrak{c}^2 x^2 + \mathfrak{c}^2 \mathfrak{a}^2 y^2 + \mathfrak{a}^2 \mathfrak{b}^2 z^2] [x^2 + y^2 + z^2]$$
$$- [(\mathfrak{b}^2 + \mathfrak{c}^2) x^2 + (\mathfrak{c}^2 + \mathfrak{a}^2) y^2 + (\mathfrak{a}^2 + \mathfrak{b}^2) z^2] + 1 = 0.$$

Aus dem Ellipsoid (Polarisationsellipsoid Cauchy, — Indexellipsoid Mac Cullagh, — Elasticitätsellipsoid Kirchhoff)

$$\mathfrak{a}^2 x^2 + \mathfrak{b}^2 y^2 + \mathfrak{c}^2 z^2 = 1$$

mit den Hauptaxen

$$\frac{1}{\mathfrak{a}}, \quad \frac{1}{\mathfrak{b}}, \quad \frac{1}{\mathfrak{c}}$$

erhält man die Indexfläche, indem man auf der im Mittelpunkte errichteten Normalen der Centralschnitte dieses Ellipsoids nach beiden Seiten hin Längen gleich den Halbaxen der Schnittellipse aufträgt.

Die Richtungen und Geschwindigkeiten der Wellennormalen werden dargestellt durch die reciproken Werthe der Radien der Indexfläche; die Rich-

30*

tungen und Geschwindigkeiten der Strahlen durch die reciproken Werthe der vom Mittelpunkte der Indexfläche auf deren Tangentialebenen gefällten Lothe.

Der Ref.

G und G' seien die Grenzebenen einer planparallelen doppeltbrechenden Platte. Auf G falle aus einem isotropen Medium ein Strahl JO, welcher in der Richtung OS und OS' gebrochen und nach OF reflectirt werde. An der Grenzebene G' wird jeder der beiden gebrochenen Strahlen in zwei gespiegelte und einen austretenden zerlegt. Während die Wellennormalen sämmtlich in der Einfallsebene liegen, fallen die Strahlen im Allgemeinen nicht in dieselbe. Die Richtungen der durch Spiegelung von OS und OS' an der zweiten Grenzebene G' erzeugten Strahlen sind parallel den Richtungen OS_1 und OS_1' jener beiden Strahlen, welche aus der Brechung eines in der Richtung FO auf die erste Grenzebene G einfallenden Strahles entstehen würden. Jeder der vier an G' reflectirten Strahlen wird an der Grenzebene G von Neuem in ein Strahlenpaar zerlegt, welches dem Paar OS und OS' parallel ist u. s. w. Die durch G in das einfach brechende Mittel austretenden Strahlen sind dem im Einfallspunkte O reflectirten, die durch G' austretenden Strahlen dem in jenem Punkte einfallenden Strahlen parallel.

Sei $\mathfrak{v}$ die Lichtgeschwindigkeit eines einfach brechenden Mediums ($\mathfrak{v} > \mathfrak{a} > \mathfrak{b} > \mathfrak{c}$);

seien r, r', r_1, r_1' die Brechungswinkel, welche die zu den Strahlen OS, OS', OS_1, OS_1' gehörigen Wellennormalen mit den Normalen der Grenzebene einschliessen;

sei durch den Einfallspunkt ein zweites rechtwinkeliges Axensystem X', Y', Z' gelegt; die Z'-Axe sei senkrecht zur Grenzebene, die Y'-Axe senkrecht zur Einfallsebene; die positive Richtung von Z' gehe in den Krystall hinein;

seien endlich die Richtungscosinus der beiden Axensysteme gegeben durch

	X	Y	Z
X'	α	β	γ
Y'	α_1	β_1	γ_1
Z'	α_2	β_2	γ_2 ,

so sind die vier Winkel r gegeben durch:

$$f(r) = a_0 \operatorname{tang}^4 r + 4a_1 \operatorname{tang}^3 r + 6a_2 \operatorname{tang}^2 r + 4a_3 \operatorname{tang} r + a_4 = 0,$$

worin

$$a_0 = \frac{\sin^4 i}{\mathfrak{v}^4} [\mathfrak{b}^2 \mathfrak{c}^2 \alpha^2 + \mathfrak{c}^2 \mathfrak{a}^2 \beta^2 + \mathfrak{a}^2 \mathfrak{b}^2 \gamma^2]$$

$$- \frac{\sin^2 i}{\mathfrak{v}^2} [(\mathfrak{b}^2 + \mathfrak{c}^2) \alpha^2 + (\mathfrak{c}^2 + \mathfrak{a}^2) \beta^2 + (\mathfrak{a}^2 + \mathfrak{b}^2) \gamma^2] + 1,$$

$$4a_1 = 2 \frac{\sin^4 i}{\mathfrak{v}^4} [\mathfrak{b}^2 \mathfrak{c}^2 \alpha\alpha_2 + \mathfrak{c}^2 \mathfrak{a}^2 \beta\beta_2 + \mathfrak{a}^2 \mathfrak{b}^2 \gamma\gamma_2]$$

$$- 2 \frac{\sin^2 i}{\mathfrak{v}^2} [(\mathfrak{b}^2 + \mathfrak{c}^2) \alpha\alpha_2 + (\mathfrak{c}^2 + \mathfrak{a}^2) \beta\beta_2 + (\mathfrak{a}^2 + \mathfrak{b}^2) \gamma\gamma_2 ,$$

$$6a_2 = \frac{\sin^4 i}{\mathfrak{v}^4} [\mathfrak{b}^2 \mathfrak{c}^2 (\alpha^2 + \alpha_2^2) + \mathfrak{c}^2 \mathfrak{a}^2 (\beta^2 + \beta_2^2) + \mathfrak{a}^2 \mathfrak{b}^2 (\gamma^2 + \gamma_2^2)]$$

$$\frac{\sin^2 i}{\mathfrak{v}^2} [(\mathfrak{b}^2 + \mathfrak{c}^2) \alpha_2^2 + (\mathfrak{c}^2 + \mathfrak{a}^2) \beta_2^2 + (\mathfrak{a}^2 + \mathfrak{b}^2) \gamma_2^2],$$

$$4a_3 = 2\,\frac{\sin^4 i}{\mathfrak{v}^4}\,[\mathfrak{b}^2\,\mathfrak{c}^2\,\alpha\alpha_2 + \mathfrak{c}^2\,\mathfrak{a}^2\,\beta\beta_2 + \mathfrak{a}^2\,\mathfrak{b}^2\,\gamma\gamma_2]\,,$$

$$a_4 = \frac{\sin^4 i}{\mathfrak{v}^4}\,[\mathfrak{b}^2\,\mathfrak{c}^2\,\alpha_2^2 + \mathfrak{c}^2\,\mathfrak{a}^2\,\beta_2^2 + \mathfrak{a}^2\,\mathfrak{b}^2\,\gamma_2^2]\,.$$

Die Gleichung kann im Allgemeinen nur durch Näherungsmethoden aufgelöst werden; sie ist streng lösbar:

1) wenn die Schnittcurve Γ von Indexfläche und Einfallsebene symmetrisch zur Grenzebene ist; es ist dann $a_1 = a_3 = 0$ und $(f)r$ vom zweiten Grade in $\operatorname{tang}^2 r$.

Dieser Fall tritt ein, wenn die Grenzebene eine optische Symmetrieebene ist, oder ihre Schnittgerade mit der Einfallsebene eine optische Symmetrieaxe ist.

2) Wenn die Schnittcurve Γ in zwei Curven zweiter Ordnung zerfällt, also für $f(r) = \varphi(r)\cdot\psi(r)$. Dieser Fall tritt ein, wenn die Einfallsebene eine optische Symmetrieebene ist.

Die Grenzwinkel i_0 und i_0' $(i_0 < i_0')$ der totalen Reflexion sind dadurch bestimmt, dass für sie die Discriminante der Gleichung $f(r) = 0$ verschwindet.

Sei X die Axe der grössten, Z die der kleinsten optischen Elasticität; Z' die Normale der Grenzebene, Y' die Normale der Einfallsebene, X' die Schnittgerade von Grenzebene und Einfallsebene, $2V$ der von der Z-Axe halbirte Winkel der optischen Axen, $2U$ der Winkel der Strahlenaxen, so gelten für die genannten besonderen Fälle nachstehende Gesetze.

1) Die Grenzebene ist eine optische Symmetrieebene.

Grenz-ebene:	Azimut der Einfallsebene:	
YZ	$\delta = (YX')$	$\frac{\sin i_0}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{a}},\ \frac{\sin^2 i_0'}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{b}^2 - (\mathfrak{b}^2 - \mathfrak{c}^2)\cos^2\delta}$
ZX	$\delta = ZX'$	$\frac{\sin i_0'}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{b}},\ \frac{\sin^2 i_0}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{c}^2 + (\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{c}^2)\cos^2\delta},\quad 0 < \delta < V$
		$\frac{\sin i_0}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{b}},\ \frac{\sin^2 i_0'}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{c}^2 + (\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{c}^2)\cos^2\delta},\quad V < \delta < \frac{\pi}{2}$
XY	$\delta = XX'$	$\frac{\sin i_0'}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{c}},\ \frac{\sin^2 i_0}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{a}^2 - (\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{b}^2)\cos^2\delta}.$

2) Die Schnittgerade X' von Grenzebene und Einfallsebene ist eine optische Symmetrieaxe.

X' parallel:		
X	$\frac{\sin i_0}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{b}},$	$\frac{\sin i_0'}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{c}}$
Y	$\frac{\sin i_0}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{a}},$	$\frac{\sin i_0'}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{c}}$
Z	$\frac{\sin i_0}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{a}},$	$\frac{\sin i_0'}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{b}}.$

In den beiden vorstehenden Fällen 1) und 2) liegen für den Grenzwinkel der totalen Reflexion nicht nur die gebrochenen Strahlen, sondern auch die gebrochenen Wellennormalen in der Grenzebene.

3) Die Grenzebene ist parallel zu einer optischen Symmetrieaxe und die Einfallsebene parallel zu der auf dieser Axe senkrechten Symmetrieebene.

Grenzebene parallel zur Axe:	Einfalls-ebene:	μ bedeutet die Neigung der Grenz-ebene zur Axe:	
X	YZ	Z	$\frac{\sin i_0}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{a}},\ \frac{\sin^2 i_0'}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{c}^2} + \left(\frac{1}{\mathfrak{b}^2} - \frac{1}{\mathfrak{c}^2}\right)\cos^2\mu = \frac{1}{\mathfrak{s}^2}$
Y	ZX	X	$\begin{cases} \frac{\sin i_0}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{b}},\ \frac{\sin^2 i_0'}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{a}^2} + \left(\frac{1}{\mathfrak{c}^2} - \frac{1}{\mathfrak{a}^2}\right)\cos^2\mu = \frac{1}{\mathfrak{s}^2},\ 0 < \mu < U \\ \frac{\sin i_0'}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{b}},\ \frac{\sin^2 i_0}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{a}^2} + \left(\frac{1}{\mathfrak{c}^2} - \frac{1}{\mathfrak{a}^2}\right)\cos^2\mu = \frac{1}{\mathfrak{s}^2},\ U < \mu < \frac{\pi}{2} \end{cases}$
Z	XY	Y	$\frac{\sin i_0'}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{c}},\ \frac{\sin^2 i_0}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{b}^2} + \left(\frac{1}{\mathfrak{a}^2} - \frac{1}{\mathfrak{b}^2}\right)\cos^2\mu = \frac{1}{\mathfrak{s}^2}.$

$\mathfrak{s}$ ist die Geschwindigkeit jener ungewöhnlichen Strahlen, die in den Ebenen YZ, ZX, XY unter dem Winkel μ gegen Z, X oder Y geneigt sind.

Schreibt man $\frac{1}{\mathfrak{a}} = \alpha,\ \frac{1}{\mathfrak{b}} = \beta,\ \frac{1}{\mathfrak{c}} = \gamma,\ \frac{1}{\mathfrak{s}} = \sigma$, so folgt:

Grenzebene parallel zur Axe:	μ bedeutet die Neigung zur Axe:	
X	Z	$\cos^2\mu = \frac{\sigma^2 - \gamma^2}{\beta^2 - \gamma^2}$
Y	X	$\cos^2\mu = \frac{\sigma^2 - \alpha^2}{\gamma^2 - \alpha^2}$
Z	Y	$\cos^2\mu = \frac{\sigma^2 - \beta^2}{\alpha^2 - \beta^2}.$

Die Tabellen ermöglichen es, ausser der Bestimmung der Hauptlichtgeschwindigkeiten, auch die Lage einer Grenzebene, welche einer optischen Symmetrieaxe parallel ist, in Bezug auf die beiden anderen Symmetrieaxen durch Messung der Grenzwinkel der totalen Reflexion in den beiden ausgezeichneten Einfallsebenen zu bestimmen.

Für optisch einaxige Krystalle treten wesentliche Vereinfachungen ein.

Der Charakter der Doppelbrechung sei positiv, also $\mathfrak{a} = \mathfrak{b}$, die Neigung der Normalen der Grenzebene gegen die optische Axe sei μ, der Winkel zwischen der Einfallsebene und dem Hauptschnitt der Grenzebene sei δ, so ist der Grenzwinkel i_0' der totalen Reflexion des ungewöhnlichen Strahles gegeben durch:

$$\frac{\sin i_0'}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{a}\cos\Theta\cos\eta},$$

wo

$$\tang\Theta = \frac{\sqrt{(\mathfrak{a}+\mathfrak{c})(\mathfrak{a}-\mathfrak{c})}}{\mathfrak{c}}\cos\mu$$

$$\sin\eta = \frac{\sqrt{(\mathfrak{a}+\mathfrak{c})(\mathfrak{a}-\mathfrak{c})}}{\mathfrak{a}}\sin\mu\sin\delta,$$

oder:

$$\frac{\sin^2 i_0'}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{c}^2} \frac{\mathfrak{c}^2 + (\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{c}^2) \cos^2 \mu}{\mathfrak{c}^2 + (\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{c}^2)(\cos^2 \mu + \sin^2 \mu \cos^2 \delta)}.$$

In optisch einaxigen Krystallen liegt jeder ungewöhnliche Strahl mit den zugehörigen Wellennormalen und der optischen Axe in einer Ebene.

Als specielle Fälle sind von Wichtigkeit:

1) Ist die Einfallsebene senkrecht zum Hauptschnitt der Grenzebene, so ist $\delta = \frac{\pi}{2}$; folglich:

$$\frac{\sin i_0'}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{c}}.$$

2) Ist die Einfallsebene parallel zum Hauptschnitt der Grenzebene, so ist $\delta = 0$; folglich:

$$\frac{\sin^2 i_0'}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{a}^2} + \left(\frac{1}{\mathfrak{c}^2} - \frac{1}{\mathfrak{a}^2}\right) \cos^2 \mu = \frac{1}{\mathfrak{s}'^2},$$

wenn mit $\mathfrak{s}'$ die Geschwindigkeit desjenigen ungewöhnlichen Strahles bezeichnet wird, der in die Durchschnittsgeraden der Grenzebene und ihres Hauptschnittes fällt.

3) Ist die Grenzebene parallel zur optischen Axe, so ist $\mu = \frac{\pi}{2}$; folglich:

$$\frac{\sin^2 i_0'}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{c}^2 + (\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{c}^2) \cos^2 \delta} = \frac{1}{q'^2},$$

wenn mit q' die Geschwindigkeit der ungewöhnlichen Welle bezeichnet wird, deren Normale in die Schnittgerade von Grenzebene und Einfallsebene fällt.

4) Ist die Grenzebene senkrecht zur optischen Axe, so ist $\mu = 0$; folglich:

$$\frac{\sin i_0'}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{c}}.$$

Für optisch negative Krystalle sei $\mathfrak{b} = \mathfrak{c}$; es folgt dann für den Grenzwinkel i_0 der totalen Reflexion des ungewöhnlichen Strahles:

$$\frac{\sin^2 i_0}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{a}^2} \frac{\mathfrak{a}^2 + (\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{a}^2) \cos^2 \mu}{\mathfrak{a}^2 + (\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{a}^2)(\cos^2 \mu + \sin^2 \mu \cos^2 \delta)},$$

ferner:

1) $$\frac{\sin i_0}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{a}} \qquad \delta = \frac{\pi}{2}$$

2) $$\frac{\sin^2 i_0}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{c}^2} + \left(\frac{1}{\mathfrak{a}^2} - \frac{1}{\mathfrak{c}^2}\right) \cos^2 \mu \qquad \delta = 0$$

3) $$\frac{\sin^2 i_0}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{a}^2 + (\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{a}^2) \cos^2 \delta} \qquad \mu = \frac{\pi}{2}$$

4) $$\frac{\sin i_0}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{\mathfrak{a}} \qquad \mu = 0.$$

Für den Fall des Grenzwinkels der totalen Reflexion liegt der gebrochene Strahl stets in der Grenzebene, während die zugehörige Wellennormale im Allgemeinen nicht in diese Ebene fällt.

Andererseits liegt die Wellennormale stets in der Einfallsebene, während der Strahl nur dann in dieser Ebene gelegen ist, wenn die Einfallsebene eine optische Symmetrieebene, oder ihre Schnittgerade mit der Grenzebene eine optische Symmetrieaxe ist. In beiden letzteren Fällen erscheint die Grenzlinie im Gesichtsfelde des Totalreflectometers senkrecht zur Einfallsebene, während sie in allen übrigen Fällen unter einem von $\frac{\pi}{2}$ verschiedenen Winkel zur Einfallsebene geneigt ist. Dreht man die Grenzfläche um ihre Normale im Kreise, so beschreiben die zugehörigen Grenzstrahlen einen Doppelkegel. Die Grenzlinien, welche man am Totalreflectometer im Fernrohr erblickt, sind die Durchschnittslinien des Gesichtsfeldes mit kleinen Ausschnitten aus den Mänteln der Kegel der Grenzstrahlen. Geht eine Grenzlinie durch den Mittelpunkt des Fadenkreuzes, so fällt ein Grenzstrahl S mit der optischen Axe des Fernrohrs zusammen. Es ist dann die Neigung χ der Grenzlinie gegen die durch die Normale der Grenzebene und den Strahl S gelegte Einfallsebene, in welcher auch der horizontale Faden des Fadenkreuzes liegt, in der Nähe von S gleich dem Winkel, der die Ebene E mit der in S an den Kegel der Grenzstrahlen gelegten Tangentialebene einschliesst.

Von Werth für experimentelle Untersuchungen sind die Formeln für einzelne Fälle.

I. Für eine zur optischen Axe eines einaxigen positiven Krystalls parallele Grenzebene ist:

$$\cos\chi = \frac{(\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{c}^2)\sin\delta\cos\delta}{\sqrt{\mathfrak{a}^2(\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{v}^2)\cos^2\delta + \mathfrak{c}^2(\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{v}^2)\sin^2\delta}};$$

für negative Krystalle ist $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{c}$ zu vertauschen.

II. Für optisch zweiaxige Platten ist:

Grenzebene:

$$YZ \qquad \cos\chi = \frac{(\mathfrak{b}^2 - \mathfrak{c}^2)\sin\delta\cos\delta}{\sqrt{\mathfrak{b}^2(\mathfrak{b}^2 - \mathfrak{v}^2)\sin^2\delta + \mathfrak{c}^2(\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{v}^2)\cos^2\delta}}$$

$$XY \qquad \cos\chi = \frac{(\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{b}^2)\sin\delta\cos\delta}{\sqrt{\mathfrak{a}^2(\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{v}^2)\sin^2\delta + \mathfrak{b}^2(\mathfrak{b}^2 - \mathfrak{v}^2)\cos^2\delta}}$$

$$ZX \qquad \cos\chi = \frac{(\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{c}^2)\sin\delta\cos\delta}{\sqrt{\mathfrak{c}^2(\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{v}^2)\sin^2\delta + \mathfrak{a}^2(\mathfrak{a}^2 - \mathfrak{v}^2)\cos^2\delta}}.$$

Ref.: J. Beckenkamp.

3. Joh. Danker (in Stargard in Pommern): **Experimentelle Prüfung der aus den Fresnel'schen Gesetzen der Doppelbrechung abgeleiteten Gesetze der Totalreflexion** (Neues Jahrbuch für Min. etc. 1885, Beil.-Bd. 4, 241—290). Die Uebereinstimmung in den vorhergehend referirten Arbeiten entwickelter Gesetze mit der Beobachtung sucht der Verf. zu prüfen.

Für isotrope Medien gilt die Relation $\frac{\sin i_0}{\mathfrak{v}} = \frac{1}{q}$, in welcher i_0 der gemessene Grenzwinkel, $\mathfrak{v}$ die bekannte Fortpflanzungsgeschwindigkeit des äusseren stärker brechenden Mediums und q die gesuchte Lichtgeschwindigkeit des schwä-

cher brechenden Mediums bezeichnet. Wollaston*), welcher zuerst mit Hülfe der Totalreflexion die Fresnel'schen Gesetze der Doppelbrechung experimentell am Kalkspath zu prüfen versuchte, ging von der Hypothese aus, dass die beobachteten Werthe von $\frac{\mathfrak{v}}{\sin i_0}$ die Geschwindigkeiten der in der Schnittlinie von Grenzebene und Einfallsebene gelegenen Strahlen seien.

Nach dieser Hypothese würde für optisch negative Krystallen folgen:

$$\frac{\sin^2 i_0}{\mathfrak{v}^2} = \frac{1}{\mathfrak{a}^2} + \left(\frac{1}{\mathfrak{c}^2} - \frac{1}{\mathfrak{a}^2}\right) \sin^2 \mu \cos^2 \delta,$$

eine Formel, die mit der von Liebisch aufgestellten Gleichung (S. 471) in Widerspruch steht.

W. Kohlrausch**) glaubte, dass der an beliebigen Schnitten optisch einaxiger Krystalle und an Hauptschnitten optisch zweiaxiger Krystalle für den Quotient $\frac{\mathfrak{v}}{\sin i_0}$ beobachtete Werth die Geschwindigkeit der in der Schnittlinie von Grenzebene und Einfallsebene gelegenen Wellennormale darstelle. Nach dieser Hypothese würde für optisch negative einaxige Krystalle folgen:

$$\frac{\mathfrak{v}^2}{\sin^2 i_0} = \mathfrak{a}^2 + (\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{a}^2) \sin^2 \mu \cos^2 \delta = q^2,$$

eine Gleichung, welche allerdings für $\mu = \frac{\pi}{2}$ oder $\mu = 0$ mit der von Liebisch entwickelten übereinstimmt, im Allgemeinen aber nicht gültig ist.

Verf. benutzte zu seinen Untersuchungen das grössere Modell II des Fuess-schen Totalreflectometers.

Seine Beobachtungen enthalten eine Bestätigung der von Liebisch entwickelten Gesetze.

Es wurden die optischen Constanten folgender Mineralien bestimmt:

	Temperatur:	ε	ω		
Kalkspath von Andreasberg	20,0	1,48617	—		
– – Island	18,7	1,48648	—		
Dolomit vom Zillerthal	20,0	1,50606	1,66708		
Quarz von Middleville	20,3	1,55352	1,54442		
Beryll von Nertschinsk	19,6	1,56739	1,57194		
		α	β	γ	$2V$
Aragonit von Bilin	19,2	1,53016	1,68145	—	
Anhydrit von Hallein	19,4	1,56962	1,57553	1,61362	43° 48′ 51″
Schwerspath von Dufton	17,2	1,63618	1,63739	1,64834	36 59 16
– – Uhlefoss	20,0	1,63619	1,63750	1,64834	—
– aus der Auvergne	21,0	1,63601	1,63741	1,64811	39 57 24
Gyps vom Montmartre	19,0	1,52033	1,52241	1,52941	57 24 20

Auch die Werthe $2V$ des Winkels der optischen Axen lassen sich vermittelst

*) On the oblique reflection of Iceland Crystal. Philos. Transact. Roy. Soc. 1802, **92**, II, 381.

) Ueber die experimentelle Bestimmung von Lichtgeschwindigkeiten in Krystallen. Wiedem. Ann. 1879, **6, 86; **7**, 427. Diese Zeitschr. **4**, 621.

des Totalreflectometers an einer Grenzebene, welche der Ebene jener Axen parallel ist, bestimmen.

Ref.: J. Beckenkamp.

4. **B. Hecht** (in Königsberg i. Pr.): **Ueber Prismen, welche zur Bestimmung von Brechungsindices durch Totalreflexion dienen sollen** (Neues Jahrb. für Min., Geol. etc. 1886, **2**, 186—191). Für den Prismenwinkel A, welchen die Rückfläche des Glasprismas am Totalreflectometer mit jeder der beiden Seitenflächen bildet, fand Schering, dass $A' < A < A''$ sein müsse, worin:

$$\cos A' = \frac{1}{n}; \qquad \operatorname{cotg} \frac{A''}{2} = \sqrt{n^2 - 1},$$

damit mit dem Prisma sämmtliche Brechungsindices, welche zwischen 1 und dem Brechungsindex n des Prismas liegen, ermittelt werden können. Für alle Prismen, deren Brechungsindex kleiner als 2 ist, erfüllt $A = 60^0$ die verlangte Bedingung.

Die Deutlichkeit der Grenzlinie hängt von der Breite b' des Lichtbündels ab, welches von der Fläche, deren Brechungsindex bestimmt werden soll, und deren Breite gleich b sei, reflectirt und darauf gebrochen wird und ins Fernrohr tritt. Sei $b' = p \, . \, b$, so ist p von A und n abhängig. Ein absolutes Maximum für p giebt es nicht.

Ist n constant, so hat p einen Maximalwerth für $\sin A = \frac{\nu}{n}$, wenn mit ν der zu bestimmende Brechungsindex bezeichnet wird.

Ist A constant, so hat p seinen Maximalwerth, wenn:

$$\sin^2 A \cos^2 A \, (n^2 - 4\nu^2)^2 \, (n^2 - \nu^2) - \nu^2 \left[n^2 \, (\cos^2 A - 2 \sin^2 A) - 2\nu^2 \cos 2A + 1\right] = 0.$$

Für $A = 60^0$ giebt nachstehende Tabelle die zu verschiedenen Werthen von ν und n gehörigen Werthe für p; die fett gedruckten Ziffern bedeuten die Maximalwerthe von p, welche zu den in derselben Zeile stehenden Grössen ν gehören.

ν	$n = 2,04$	$n = 1,93$	$n = 1,82$	$n = 1,72$	$n = 1,61$
1,1	0,413	0,514	0,612	0,659	**0,675**
1,2	494	593	644	**658**	643
1,3	578	629	**644**	630	585
1,4	615	**632**	617	575	494
1,5	**621**	607	562	489	356
1,6	599	555	477	358	
1,7	550	474	346		
1,8	468	349			
1,9	349				

Da ν für die meisten Mineralien grösser als 1,5, so ist der höchste erreichbare Werth von n am geeignetsten.

Die jetzt von Fuess gelieferten Prismen haben den Index $n = 1,96$.

Ref.: J. Beckenkamp.

5. **Th. Liebisch** (in Königsberg i. Pr.): **Ueber die Bestimmung der Lichtbrechungsverhältnisse doppeltbrechender Krystalle durch Prismenbeobach-**

tungen (Ebenda 1886, **1**, 14—34). Bezeichne A den inneren Winkel eines irgendwie orientirten Prismas eines beliebigen homogenen Körpers, i die Neigung einer zur Prismenkante parallelen Wellenebene (deren Einfallsebene also senkrecht zur Prismenkante) zur Eintrittsfläche, i' die Neigung der austretenden Welle zur Austrittsfläche, endlich r und r' die Winkel zwischen der gebrochenen Wellenebene und der Eintritts- resp. Austritts-Fläche des Prismas, so dass also $r + r' = A$, so findet man nach dem Huyghens'schen Princip den Winkel ψ, den die Normale der Welle im Innern des Prismas mit der Halbirungsebene des inneren Prismenwinkels bildet, sowie die Fortpflanzungsgeschwindigkeit $\mathfrak{p} = \frac{1}{n}$ mit Hülfe der Formeln:

1) $\operatorname{tang}\left(r - \frac{A}{2}\right) = \operatorname{tang}\frac{A}{2}\operatorname{tang}\left(i - \frac{A+D}{2}\right)\operatorname{cotg}\frac{A+D}{2} = \operatorname{tang}\left(\frac{A}{2} - r'\right)$,

2) $D = i + i' - A$,

3) $\psi = \frac{\pi}{2} + r - \frac{A}{2} = \frac{\pi}{2} - r' + \frac{A}{2}$,

4) $\sin i = n \sin r, \quad \sin i' = n \sin r'$;

durch Veränderung von i lässt sich die Schnittcurve $\mathfrak{P}$ der Wellenfläche mit dem Querschnitte des Prismas durch beliebig viele Punkte festlegen.

Eine auf diesem Princip beruhende experimentelle Prüfung der Fresnel-schen Gesetze wurde von Stokes vorgeschlagen, von Glazebrook und V. von Lang ausgeführt.

Sei die Orientirung eines Prismas eines einaxigen Krystalls definirt durch die Neigung τ der optischen Axe zum Querschnitt des Prismas und den Winkel ϱ, welchen der Hauptschnitt durch die Prismenkante mit der Halbirungsebene des inneren Prismenwinkels einschliesst, so ist der Radiusvector $\mathfrak{p}$ der extraordinären Wellenfläche gegeben durch:

$$\mathfrak{p}^2 = \mathfrak{h}^2 \cos^2(\varrho - \psi) + \mathfrak{e}^2 \sin^2(\varrho - \psi),$$
$$\mathfrak{h}^2 = \mathfrak{o}^2 \cos^2 \tau + \mathfrak{e}^2 \sin^2 \tau,$$

wo $\mathfrak{o}$ und $\mathfrak{e}$ die Hauptlichtgeschwindigkeiten bedeuten.

Sind an einem solchen Prisma die beiden Ablenkungen $D = i + i' - A$ und $D_u = i + i_u' - A$ der beiden austretenden Wellenebenen beobachtet, so findet man $\mathfrak{o}$ aus:

$$\frac{1}{\mathfrak{o}} = \omega = \frac{\sin i}{\sin r},$$

$$\operatorname{tang}\left(r - \frac{A}{2}\right) = \operatorname{tang}\frac{A}{2}\operatorname{tang}\left(i - \frac{A+D}{2}\right)\operatorname{cotg}\frac{A+D}{2},$$

und $\mathfrak{p}$ aus

$$\frac{1}{\mathfrak{p}} = n = \frac{\sin i}{\sin r_u},$$

$$\operatorname{tang}\left(r_u - \frac{A}{2}\right) = \operatorname{tang}\frac{A}{2}\operatorname{tang}\left(i - \frac{A+D_u}{2}\right)\operatorname{cotg}\frac{A+D_u}{2},$$

$$\psi = \frac{\pi}{2} - \frac{A}{2} + r_u.$$

In $\mathfrak{p}^2 = \mathfrak{h}^2 \cos^2(\varrho - \psi) + \mathfrak{e}^2 \sin^2(\varrho - \psi)$ ist somit ausser $\mathfrak{e}$ Alles bekannt, letzteres also zu berechnen. Beide Hauptlichtgeschwindigkeiten sind also berechenbar.

Seien X, Y, Z die optischen Symmetrieaxen eines zweiaxigen Krystalls; X' die Halbirungslinie des inneren, Y' die des äusseren Prismenwinkels, beide senkrecht zur Prismenkante Z', und seien die Richtungscosinus

	X	Y	Z
X'	α	β	γ
Y'	α_1	β_1	γ_1
Z'	α_2	β_2	γ_2

bekannt, so sind zur Bestimmung der Hauptlichtgeschwindigkeiten $\mathfrak{a}$, $\mathfrak{b}$, $\mathfrak{c}$ drei Werthepaare ψ und $\mathfrak{p}$ nöthig; die entsprechende Lösung ist aber im Allgemeinen eine fünfdeutige. Die Lösung vereinfacht sich in den praktisch wichtigen Fällen, in welchen entweder eine der optischen Symmetrieaxen X, Y, Z mit einer der Axen X', Y', Z' oder alle drei Richtungen X, Y, Z mit einer der Richtungen X', Y', Z' zusammenfallen.

I) Die Halbirungsgerade des inneren Prismenwinkels fällt mit einer optischen Symmetrieaxe zusammen.

Falle X' mit X zusammen und setze man die Winkel $(YY') = (ZZ') = \mu$, so ist:

$$1)\quad m\,\mathfrak{b}^2\,\mathfrak{c}^2 + h\,(\mathfrak{b}^2 + \mathfrak{c}^2) + k = 0$$

worin zur Abkürzung

$$m = \cos^2\psi,$$
$$h = -\,\mathfrak{p}^2\cos^2\psi,$$
$$k = \mathfrak{a}^2\,\mathfrak{p}_\mu{}^2 - \mathfrak{a}^2\,\mathfrak{p}^2\sin^2\psi - \mathfrak{p}^2\,\mathfrak{p}_\mu{}^2 + \mathfrak{p}^4.$$

$\mathfrak{a}$ ergiebt sich beim Minimum der Ablenkung; für diesen Fall ist:

$$2)\quad \mathfrak{a} = \mathfrak{p};$$

d. h. die parallel zur Prismenkante polarisirte Welle giebt dann die eine Hauptlichtgeschwindigkeit; für die Geschwindigkeit $\mathfrak{p}_\mu$ der in demselben Falle senkrecht zur Prismenkante polarisirten Welle gilt:

$$3)\quad \mathfrak{p}_\mu{}^2 = \mathfrak{b}^2\sin^2\mu + \mathfrak{c}^2\cos^2\mu.$$

Bestimmt man durch Beobachtung zwei Werthepaare ψ, $\mathfrak{p}$, so folgen aus Gleichung 1) $\mathfrak{b}^2 + \mathfrak{c}^2$ und $\mathfrak{b}^2\,\mathfrak{c}^2$, aus $\mathfrak{b}^2 + \mathfrak{c}^2$ und Gleichung 3) $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$.

II) Die Halbirungsgerade des äusseren Prismenwinkels fällt mit einer optischen Symmetrieaxe zusammen.

Fällt Y' mit X zusammen und setzt man die Winkel $(YZ') = (ZX') = \mu$, so gilt:

$$1)\quad v\,\mathfrak{a}^2 + w = 0,$$

worin

$$v = [\mathfrak{b}^2\cos^2\mu + \mathfrak{c}^2\sin^2\mu - \mathfrak{p}^2]\cos^2\psi,$$
$$w = [\mathfrak{b}^2\,\mathfrak{c}^2 - \mathfrak{p}^2(\mathfrak{b}^2 + \mathfrak{c}^2)]\sin^2\psi - \mathfrak{p}^2(\mathfrak{b}^2\cos^2\mu + \mathfrak{c}^2\sin^2\mu)\cos^2\psi + \mathfrak{p}^4;$$

beim Minimum der Ablenkung ist:

$$\mathfrak{p} = \mathfrak{b}$$
$$\mathfrak{p} = \mathfrak{c};$$

man erhält also in diesem Falle gleichzeitig zwei Hauptlichtgeschwindigkeiten und durch Ermittelung eines weiteren Werthepaares ψ, $\mathfrak{p}$ folgt $\mathfrak{a}$ aus Gleichung 1).

III) Die Prismenkante fällt mit einer optischen Symmetrieaxe zusammen.

Fällt Z' mit X zusammen und setzt man $(YX') = (ZY') = \mu$, so folgt:

$$1)\ \mathfrak{p} = \mathfrak{a},$$
$$2)\ \mathfrak{p}^2 = \mathfrak{b}^2 \sin^2(\mu + \psi) + \mathfrak{c}^2 \cos^2(\mu + \psi);$$

d. h. in allen Fällen liefert die senkrecht zur Prismenkante polarisirte Welle eine Hauptlichtgeschwindigkeit; bestimmt man für parallel zur Prismenkante polarisirte Wellen zwei zugehörige Werthepaare $\mathfrak{p}$ und ψ, so folgen aus der zweiten Gleichung $\mathfrak{b}$ und $\mathfrak{c}$.

IV) Die Axen X, Y, Z fallen mit den drei optischen Symmetrieaxen X', Y', X' zusammen.

Für das Minimum der Ablenkung gilt:

$$\mathfrak{p} = \mathfrak{c}$$
$$\mathfrak{p} = \mathfrak{a}.$$

Bestimmt man ausserdem noch ein Werthepaar ψ und $\mathfrak{p}$, so folgt $\mathfrak{b}$ aus:

$$\mathfrak{p}^2 = \mathfrak{a}^2 \sin^2 \psi + \mathfrak{b}^2 \cos^2 \psi.$$

Sind die Richtungscosinusse α, β, γ etc. unbekannt, so sind sechs Werthepaare nöthig, die Curve $\mathfrak{P}$ zu bestimmen; durch jede Curve $\mathfrak{P}$ lassen sich dann im Allgemeinen zwei verschiedene Wellenflächen legen, welche sich jedoch nur hinsichtlich ihrer mittleren Axe $\mathfrak{b}$ unterscheiden, während die grösste Axe $\mathfrak{a}$ und die kleinste Axe $\mathfrak{c}$ übereinstimmen; nur wenn die Prismenkante auf einer optischen Axe senkrecht steht, fallen beide Wellenflächen zusammen.

Ref.: J. Beckenkamp.

6. Th. Liebisch (in Königsberg): **Ueber die Bestimmung der optischen Axen durch Beobachtung der Schwingungsrichtung ebener Wellen** (N. Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1886, **1**, 155—162). Wie Fresnel gefunden, halbiren die Schwingungsebenen zweier Wellen mit gemeinsamer Normale die Winkel, welche die Verbindungsebenen der Wellennormale mit den optischen Axen unter einander einschliessen.

Diese Beziehung giebt ein Mittel zur Bestimmung der Richtung und des Winkels der optischen Axen.

1) Bei Krystallen des rhombischen Systems reicht die Beobachtung der Lage der Schwingungsrichtungen auf einer Platte, welche keiner der Symmetrieaxen parallel läuft, zur vollständigen Bestimmung hin (vergl. diese Zeitschr. 1883, **7**, 433).

2[a]) Ist bei einem monosymmetrischen Krystall die Lage der in der Symmetrieebene liegenden optischen Symmetrieaxen bekannt, so liegt derselbe Fall vor wie in 1).

2[b]) Kennt man diese Orientirung nicht, ist aber bekannt, dass die Ebene der optischen Axen in der Symmetrieebene liegt, so genügt die Bestimmung auf zwei Platten.

2[c]) Steht die Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene, so sind zur eindeutigen Bestimmung drei Platten nöthig.

3) Bei asymmetrischen Krystallen sind fünf Platten nöthig; vier Platten geben nur ein mehrdeutiges Resultat.

Ref.: J. Beckenkamp.

7. E. Ketteler (in Bonn): **Theoretische Optik, gegründet auf das Bessel-Sellmeier'sche Princip** (Braunschweig, Vieweg & Sohn 1885, 652 S. mit 44

Holzschn. und 4 lithogr. Tafeln). Verf. beabsichtigt, die theoretische Optik auf der Grundlage des Zusammenschwingens der Aether- und Körpertheilchen vollständig und einheitlich zu behandeln.

Als Bessel'sches Princip bezeichnet er das analytische Resultat der Pendelversuche Bessel's, welches namentlich in der Heranziehung des Trägheitsmomentes der mitschwingenden Luft besteht; als Sellmeier'sches Princip die Vorstellung, dass die dioptrischen Vorgänge auf einem Zusammenschwingen der beiden Bestandtheile der Medien bestehen, und dass die brechende Kraft derselben gleich sei dem Quotienten der lebendigen Kräfte seiner Körper- und Aethertheilchen.

Der Einfluss der Körpertheilchen auf die Aethertheilchen heisst statisch, wenn die Anwesenheit der Körpertheilchen die statische Anordnung der Aethertheilchen abändert, dagegen dynamisch, wenn die Körpertheilchen auf die Aethervibrationen in directer Weise einwirken.

Der Weltäther ist absolut durchsichtig und daher absolut elastisch; die ponderablen Medien dagegen sind ohne Ausnahme absorbirend.

Im Weltäther bewegen sich sämmtliche Wellen, die längsten wie die kürzesten, mit identisch gleicher Fortpflanzungsgeschwindigkeit, die ponderablen Medien dagegen zeigen sämmtlich die Erscheinung der Farbenzerstreuung.

Für Transversalschwingungen wird die kubische Dilatation

$$\Theta = \frac{d\xi}{dx} + \frac{d\eta}{dy} + \frac{d\zeta}{dz}$$

gleich Null. Nach Fresnel beruht die Erklärung der Polarisationserscheinungen auf der Annahme, dass die Aetherschwingungen transversal seien; die Incompressibilität des Aethers wird daher allgemein vorausgesetzt.

Die ponderablen Medien werden aus äusseren Gründen unterschieden in:
1) »isotrope (einfachbrechende und allseitig gleich absorbirende) Medien«;
2) »anisotrope (doppeltbrechende und polychroitisch absorbirende Medien«;
3) die »hemiëdrischen (elliptisch polarisirenden)« Medien.

Früher glaubte man, dass die Körpertheilchen beim Durchgange von Lichtwellen durch das Medium in Ruhe blieben. Um jedoch die Abhängigkeit der Lichtwellen von jenen zu erklären, nahm man an, dass der Aether schwachen optischen Impulsen gegenüber sich incrompressibel verhalte, durch die stärkeren Molekularkräfte dagegen eine Veränderung der Dichte erfahre, so dass letztere in jeder zwischen den Molekeln freigelassenen Zelle als eine periodische Function des Abstandes vom Mittelpunkte der Zelle aufzufassen sei. Diese Auffassung gestattet einen innigen Anschluss an die Elasticitätslehre, allein die Berücksichtigung der Absorptionserscheinungen verlangt auch der mechanischen Wärmetheorie Rechnung zu tragen.

Die Existenz solcher Substanzen, welche durch den Einfluss des Lichtes zersetzt werden, liefert den Beweis, dass in den optischen Medien die bisher vernachlässigten intramolekularen Kräfte vorzugsweise wirksam sind.

Der Erste, welcher es aussprach, dass die Körperschwingungen selbst in nahezu durchsichtigen Medien zur vollständigen Begründung ihrer optischen Erscheinungen heranzuziehen seien, war Boussinesq (1867). Durch die zur selben Zeit entdeckte anomale Dispersion erkannte man, dass Absorption und Refraction zusammengehörige Erscheinungen seien. Sellmeier versuchte dieses mit Hülfe der Annahme des Zusammenschwingens von Aether und Körpertheilchen zu erklären.

Aber auch er denkt sich die Körpertheilchen nicht als Atomgruppen, sondern als körperliche Punkte.

Helmholtz führte in die Theorie eine zwischen den Körpertheilchen stattfindende Reibung ein, und legte jedem Körpertheilchen eine ihm eigenthümliche Schwingungsdauer T_m bei. Er versuchte der theoretischen Optik, welche bisher ausschliesslich unter Anlehnung an die Elasticitätstheorie starrer Körper behandelt wurde, einen engeren Anschluss an die Hydrodynamik zu geben.

Der Verfasser gründet seine Theorie auf folgende Voraussetzungen:

1) Da der freie Aether aus Atomen besteht, die eine von der relativen Entfernung abhängige, sei es abstossende, sei es anziehende Kraft aufeinander ausüben, so kommen demselben elastische Normal- wie Tangentialreactionen zu, ohne dass es nöthig wäre, ihm das Prädicat der eigentlichen Starrheit beizulegen.

2) Der intermolekulare Aether hat mit dem freien Aether gleiche Elasticität und Dichtigkeit. Diese letztere ist ausserordentlich gering; dabei sind die Zwischenräume zwischen den einzelnen Theilchen so klein, dass man den Aether anstandslos als ein Continuum behandeln darf.

3) Der freie wie der intermolekulare Aether verhält sich allen optischen Impulsen gegenüber als incompressibel.

4) Für den Ruhezustand findet eine gegenseitige Einwirkung zwischen Aether- und Körpertheilchen nicht statt.

5) Die Körpertheilchen bestehen im Einklange mit den Anschauungen von Chemie und Wärmetheorie aus schwingungsfähigen Gebilden, deren beweglichen Theile den Pendelgesetzen gehorchen, und die durch mehr oder minder grosse Reibungskräfte in ihrer Stabilität geschützt sind.

6) Im Gegensatze zum continuirlichen Aether bilden die ponderablen Körper ein grobkörniges Gefüge mit discreten Abständen der einzelnen Molekeln, zwischen welchen der Aether frei hindurchfliesst.

7) Jede relative Verschiebung zwischen Aether- und Körpertheilchen erfolgt daher ohne Reibung.

8) Welches auch die zwischen den Nachbarmolekeln wirkenden, vom Aggregatzustande abhängigen Kräfte sein mögen, die Amplituden der Körperschwingungen sind zu klein, als dass sie eine merkliche Aenderung dieser Kräfte bewirkten.

9) Insbesondere genügt also eine minimale Kraft, einen fremden Körper durch den freien Aether hindurch zu treiben. Und ebenso finden die intermolekularen Aethertheilchen, wenn sie unendlich langsam zwischen den dagegen reagirenden Körpertheilchen verschoben werden, diesen gegenüber Zeit und Gelegenheit zu relativen Lagenveränderungen, ohne die schwingungsfähigen Körperbestandtheile merklich aus ihrer Gleichgewichtslage zu verrücken.

10) In den anisotropen Medien ist der Abstand der Körpertheilchen nach den Hauptrichtungen verschieden.

11) In denselben (wie folglich dann auch in den isotropen Medien) ordnet sich insbesondere der Incompressibilität des Aethers die Incompressibilität der Körpertheilchen (optischen Impulsen gegenüber) zu.

12) Die Schwingungen der Aether- und Körpertheilchen sind stets einander parallel.

Da eine vollständige Angabe des Entwicklungsganges des Werkes zu viel Raum beanspruchen würde, so mögen nur die wichtigsten Resultate desselben, besonders diejenigen, welche mit denen früherer Theorien nicht übereinstimmen, Erwähnung finden.

Die allgemeine Dispersionsgleichung eines einfachen isotropen Mediums für senkrechte Incidenz lautet:

$$n^2 - 1 = \frac{m'}{m} \frac{B\left(\frac{T^2}{T_m^2} - \sqrt{-1}\; G \frac{T}{T_m}\right) - C - \sqrt{-1}\; H \frac{T}{T_m}}{\frac{T^2}{T_m^2} - 1 - \sqrt{-1}\; G \frac{T}{T_m}} C.$$

B, C, G, H sind Constanten, m ist die Aethermasse, m' die Masse der Körpertheilchen pro Volumenheit, T_m die von Helmholtz eingeführte, jedem Körpertheilchen eigenthümliche Schwingungsdauer.

Die resultirende Kraft eines zusammengesetzten homogenen Mediums ist die Summe der particulären brechenden Kräfte desselben, nämlich derjenigen, die das Medium entwickeln würde, wenn successive alle Molekularqualitäten bis auf eine durch eine unendlich grosse fremde Kraft an ihrem Zusammenschwingen mit dem Aether verhindert werden.

Das auf den idealen Gaszustand reducirte Refractions- und Absorptionsvermögen eines isotropen Mediums ist constant.

In den absorbirenden Medien sind Refractions- und Extinctionscoëfficient vom Einfallswinkel abhängig.

Fasst man ein begrenztes Stück einer ebenen Welle ins Auge, welche senkrecht auf ein doppeltbrechendes Medium auffällt, so pflanzt sich diese im neuen Medium der Trennungsfläche parallel bleibend in einer zur letzteren geneigten Richtung fort. An der der Strahlesrichtung entsprechend schiefen Mantelfläche des durch die fortschreitende Welle aus dem neuen Medium ausgeschnittenen Raumes findet offenbar zu keiner Zeit irgend welcher Seitendruck statt. Da ich das gedachte Stück der ebenen Welle beliebig klein denken darf, so ist ersichtlich, dass in der Richtung des Strahles überhaupt kein seitlicher Druck vorhanden ist. Diese Betrachtung veranlasste Kirchhoff, den Strahl als diejenige Richtung zu definiren, für welche die Richtung der Seitendrucke verschwindet. Mallard nennt die gebrochenen Strahlen »les seules directions efficaces pour la propagation lumineuse«. Wie schon früher Boussinesq, so kommt auch der Verf. aus seinen Untersuchungen zu der Annahme, dass die Aetherschwingungen nicht senkrecht zur Normalen, sondern senkrecht zum Strahle stattfinden. Die Uebertragung der lebendigen Kraft des Lichtes erfolgt parallel der Strahlrichtung in unendlich engen Röhren, die sich gegenseitig nicht stören; die Richtung des vollen Aetherdruckes dagegen ist parallel der endlich ausgedehnten Wellenebene, also senkrecht auf deren Normalen.

Den Aethertheilchen schwingen in isotropen und anisotropen Medien die Körpertheilchen parallel.

Schwingungs- und Polarisationsebene stehen auf einander senkrecht.

Ist ein Medium aus heterogenen Molekularqualitäten zusammengesetzt, so bestimmt jede einzelne ein Fresnel'sches Ellipsoid; es können entweder alle Bestandtheile eines Krystalles um dieselben rechtwinkeligen Axen symmetrisch gelagert sein [rhombisches System; der Ref.] oder aber eine jede Molekularqualität für sich ist zwar immer noch um drei senkrechte Axen symmetrisch, aber alle Einzelaxensysteme sind gegeneinander gedreht [monosymmetrisches und asymmetrisches System; der Ref.]. Der Verf. nennt diese letzte Erscheinung »Dispersion der optischen Axen«. Da der Name »Dispersion der optischen Axen« bekanntlich für eine andere auch im rhombischen System zu beobachtende Erscheinung allgemein gebräuchlich ist, so hätte er jedenfalls, um Verwechselungen zu

vermeiden, besser den Ausdruck Dispersion der optischen Elasticitätsaxen oder auch den ebenfalls gebräuchlichen Namen Dispersion der Mittellinie gewählt. Auch an anderen Stellen setzt sich der Verf. ohne ersichtlichen Grund mit der üblichen Bezeichnungsweise in Widerspruch. So nennt er z. B. die circular- und elliptisch-polarisirenden Medien nicht etwa, wie es gebräuchlich ist, enantiomorph, eine Bezeichnungsweise, die allein zu den geometrischen Verhältnissen passt, sondern zuweilen (S. 18) hemiëdrisch, zuweilen (S. 440) asymmetrisch. Weder die hemiëdrischen noch die asymmetrischen Krystalle sind als solche circular- oder elliptisch-polarisirend; andererseits sind die circular- oder elliptisch-polarisirenden Medien zwar alle hemiëdrisch, aber durchaus nicht asymmetrisch. Die circularpolarisirenden Krystalle des chlorsauren Natrons z. B. haben vier dreizählige und drei zweizählige Symmetrieaxen.

Der Verf. ist der Ansicht, dass Symmetriebetrachtungen zur Erklärung der Circularpolarisation »nur auf ideell durchsichtige Medien, die es in der Natur nicht giebt«, passen; in Folge dessen glaubt er im Gegensatze zu Soret (diese Zeitschr. **11**, 97) von Differentialgleichungen nach der Zeit ausgehen zu dürfen.

Nach kurzen Betrachtungen über die elektromagnetische Lichttheorie folgt eine Reihe von Beobachtungen, von denen einige nachstehend angeführt werden.

Aus der erwähnten Dispersionsformel ergiebt sich für durchsichtige Medien eine einfachere, für praktische Bestimmungen brauchbare Regel:

$$n^2 = -k\lambda^2 + a^2 + \frac{D\lambda_m^2}{\lambda^2 - \lambda_m^2}.$$

Aus den Beobachtungen berechnen sich

	für Kalkspath: ordinärer Strahl:	extraordinärer Strahl:	Quarz ordinärer Strahl:
k =	0,01126	0,009633	0,01113
a^2 =	2,69428	2,19025	2,35681
D =	1,1377	0,43936	1,00254
λ_m^2 =	0,01735	0,01735	0,010627

	Schwefelkohlenstoff:	Wasser:	Flussspath:	Flintglas:
k =	0,005508	0,01280	0,004878	0,009076
a^2 =	2,51758	1,76220	2,04020	2,44137
D =	0,84791	0,4125	0,62371	0,60714
λ_m^2 =	0,048560	0,01540	0,009570	0,029929

Für den Drehungswinkel ϱ circularpolarisirender Medien folgt:

$$\varrho = k\lambda^2 + c\,\frac{\frac{n^2-1}{n}}{\lambda^2 - \lambda_m^2},$$

n ist der Brechungsquotient des ordinären Strahles, die Constante k der Dicke proportional.

Für $\lambda = 1000 = 1$ mm wurde berechnet

für Quarz:

$k = -0,2960$
$c = 8,20148$
$\lambda_m^2 = 0,010627.$

Ref. vermag jedoch nicht einzusehen, wesshalb solche Symmetriebetrachtungen, welche bei den holoëdrischen gefärbten und ungefärbten Krystallen den Schlüssel zur Erklärung ihrer optischen Erscheinungen geliefert haben, auf die circularpolarisirenden Medien nicht passen sollen. Auch wenn die Beobachtung Wyrouboff's, dass nicht alle circularpolarisirenden Medien enantiomorph krystallisiren, sich bestätigen sollte (eine Beobachtung, die übrigens schwer zu beweisen sein dürfte, da ja die enantiomorphen Flächen sich nicht unter allen Umständen auszuschliessen, oder auch gar nicht vorhanden zu sein brauchen), so wird man zur Erklärung der Circularpolarisation doch immer von der geometrischen Symmetrie ausgehen müssen.

Ref.: J. Beckenkamp.

8. **W. Voigt** (in Göttingen): **Bestimmung der Elasticitätsconstanten von Beryll und Bergkrystall** (Festschrift zum 60jährigen Doctorjubiläum des Herrn Geh. Rath Prof. Dr. F. E. Neumann. Göttingen, 1886. Dietrich'sche Universitätsbuchdruckerei. 80 S.). Verf. beobachtete die Biegung vermittelst eines neuen von ihm construirten Apparates. Das zu untersuchende Stäbchen liegt wie gewöhnlich auf zwei Schneiden; quer über die Mitte des Stäbchens liegt ein kleiner Stahlcylinder, an welchem die Belastung zur Vermeidung eines Drehungsmomentes um die Längsaxe mit doppeltem Gelenk angreift. Etwa 10 cm über dem Stäbchen befinden sich zwei sehr leicht gearbeitete parallele, horizontale Stahlaxen, die sich zwischen Spitzen drehen und je eine kleine Rolle und einen Planspiegel tragen. Ein feiner Platindraht ist mit seiner Mitte in eine flache Rinne des Stahlcylinders gelegt, so dass er fast genau auf den Stäbchen aufliegt und schlingt sich mit seinen beiden Enden um die Rollen. Die durch die Biegung des Stäbchens veranlasste Drehung der Spiegel wird mit Scala und Fernrohr abgelesen. Die Drillungswinkel wurden mit Hülfe des in Poggend. Ann. 1875, Ergz. Bd. 7, beschriebenem Torsionsapparates gemessen.

Die theoretische Ableitung der Elasticitätsformeln für die verschiedenen Krystallsysteme wurde vom Verf. in einer früheren Arbeit*) angegeben.

Falle die Z-Axe eines rechtwinkligen Coordinatensystems mit der krystallographischen Hauptaxe und die X-Axe mit einer Nebenaxe eines hexagonal-holoëdrischen Krystalles zusammen, so ist:

$$\begin{aligned} -X_x &= c_{11}\,x_x + c_{12}\,y_y + c_{13}\,z_z \\ -Y_y &= c_{12}\,x_x + c_{11}\,y_y + c_{13}\,z_z \\ -Z_z &= c_{13}\,x_x + c_{13}\,y_y + c_{33}\,z_z \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} -Y_z &= c_{44}\,y_z \\ -Z_x &= c_{44}\,z_x \\ -X_y &= \frac{c_{11}-c_{12}}{2}\,x_y . \end{aligned}$$

Bezeichnet man mit

$$S = \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & 0 & 0 & 0 \\ c_{12} & c_{11} & c_{13} & 0 & 0 & 0 \\ c_{12} & c_{13} & c_{33} & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & \frac{c_{11}-c_{12}}{2} \end{vmatrix}$$

*) Vgl. diese Zeitschr. 9, 215.

und mit S_{hk} den Coëfficienten des h^{ten} Elementes der k^{ten} Reihe dieser Determinante, und bezeichnet man den reciproken Werth des Elasticitätscoëfficienten für eine gegen die Coordinatenaxen durch die Cosinus α, β, γ bestimmte Richtung mit E, so dass also $E = \frac{1}{E}$, so ist:

$$SE = S_{11}\,(1-\gamma^2)^2 + S_{33}\,\gamma^4 + (S_{44} + 2\,S_{13})\,\gamma^2\,(1-\gamma^2).$$

Setzt man ferner den reciproken Werth des Drillungscoëfficienten T gleich T, so dass $T = \frac{1}{T}$, so ist:

$$ST = S_{44} + [2\,(S_{11} - S_{12}) - S_{44}]\,\gamma_2^2 + 4\,(S_{11} + S_{33} - S_{44} - 2S_{13})\,\gamma^2\,\gamma_1^2,$$

worin $\gamma, \gamma_1, \gamma_2$ die Cosinus der Winkel bezeichnen, welche die Drillungsaxe, die grössere und die kleinere Querdimension mit der krystallographischen Hauptaxe bilden.

Diese beiden Formeln geben die merkwürdigen Gesetze: Sowohl E als auch T sind von α und β unabhängig. — Fällt die Drillungsaxe mit der krystallographischen Hauptaxe zusammen, so ist T von der Lage der Querrichtungen unabhängig. — Ist die Drillungsaxe senkrecht zur krystallographischen Hauptaxe und die grössere Querdimension parallel derselben, so ist T gleich dem Werthe des vorigen Falles.

Sind die genannten drei Dimensionen des Stäbchens senkrecht zu einer Symmetrieebene, so bestimmt sich der Drillungswinkel τ, der bei der Wirkung eines Drehungsmomentes N auftritt, aus der Formel:

$$\tau = \frac{3\,L\,N}{T D^3 \left(1 - \frac{3}{16}\,\lambda\,\frac{D}{B}\sqrt{\frac{T}{T'}}\right)}.$$

T' ist der Werth, welcher aus T hervorgeht durch Vertauschung von γ_1 und γ_2, λ eine complicirte Function des Argumentes $\frac{D}{B}\sqrt{\frac{T}{T'}}$, welche für Werthe desselben, welche $\frac{1}{3}$ nicht übersteigen, merklich constant gleich 3,361 ist.

Setzt man:

$$s_{11} = \frac{S_{11}}{S},\quad s_{12} = \frac{S_{12}}{S},\quad s_{13} = \frac{S_{13}}{S},\quad s_{33} = \frac{S_{33}}{S},\quad s_{44} = \frac{S_{44}}{S},$$

so bestimmen sich die c aus den Gleichungen:

$$\begin{aligned}
&c_{11}\,s_{11} + c_{12}\,s_{12} + c_{13}\,s_{13} = 1\\
&c_{12}\,s_{11} + c_{11}\,s_{12} + c_{13}\,s_{13} = 0\\
&2\,c_{13}\,s_{13} + c_{33}\,s_{33} = 1\\
&c_{13}\,(s_{11} + s_{12}) + c_{33}\,s_{13} = 0\\
&c_{44}\,s_{44} = 1.
\end{aligned}$$

Die Dilatationen eines einem allseitig gleichen Drucke p ausgesetzten hexagonalen Krystalles x_x, y_y, z_z parallel den Hauptaxen und die Aenderungen der Winkel zwischen den Axen y_z, z_x, x_y nehmen die Werthe an:

$$\begin{aligned}
x_x &= -p\,(s_{11} + s_{12} + s_{13}) = y_y\\
z_z &= -p\,(2\,s_{13} + s_{33})\\
y &= \quad z_x = x_y = 0.
\end{aligned}$$

Der Coëfficient der kubischen Compression ist: $M = s_{33} + 2(s_{11} + s_{12}) + 4 s_{13}$.

Zwei Ebenen, deren Normalen die Richtungscosinus α_1, β_1, γ_1 und α_2, β_2, γ_2 gegen die Hauptaxen haben, und mit einander den Winkel χ einschliessen, erleiden bei allseitig gleichem Druck p eine Aenderung dieses Winkels $\delta\chi$, bestimmt durch

$$\delta\chi \,.\, \sin\chi = -p\,(s_{13} + s_{33} - s_{11} - s_{12})\,(2\gamma_1\gamma_2 - [\gamma_1^2 + \gamma_2^2]\cos\chi)\,.$$

Erwärmt man einen hexagonalen Krystall gleichförmig um ϑ Grade, so ist:

$$x_x = \vartheta\,(q_1\,[s_{11} + s_{12}] + q_0\,s_{13}) = y_y$$
$$z_z = \vartheta\,(q_1\,2\,s_{13} + q_0\,s_{33})$$
$$y_z = z_x = x_y = 0.$$

q_0 und q_1 sind das Maass der Wärmeabstossung parallel und senkrecht zur Hauptaxe.

Sind a_0 und a_1 die entsprechenden linearen thermischen Dilatationen, so ist:

$$a_0 = q_1\,2\,s_{13} + q_0\,s_{33}$$
$$a_1 = q_1\,(s_{11} + s_{12}) + q_0\,s_{13}\,.$$

Für Stäbchen von Beryll, deren Längsaxe gegen die krystallographische Hauptaxe unter 0^0, 45^0 und 90^0 geneigt waren, wurden gefunden:

$$E_0 = 21650000 \qquad T_0 = 6666000$$
$$E_{45} = 17960000 \qquad T_{90} = 8830000$$
$$E_{90} = 23120000$$

für die Einheiten gr und mm, daraus folgen:

$$c_{11} = 0{,}2746.10^8, \quad c_{12} = 0{,}0980.10^8, \quad c_{13} = 0{,}0674.10^8,$$
$$c_{33} = 0{,}2409.10^8, \quad c_{44} = 0{,}0666.10^8.$$

E_φ, der Drehungs- oder Biegungscoëfficient für eine Richtung, die den Winkel φ mit der Hauptaxe bildet, ist bestimmt durch:

$$\frac{1}{E_\varphi} = 4{,}325\,\sin^4\varphi + 4{,}619\,\cos^4\varphi + 13{,}328\,\sin^2\varphi\,\cos^2\varphi\,.$$

Ein Maximum resp. Minimum fällt in die Richtungen $\varphi = 0^0$, $\varphi = 90^0$, $\varphi = 43{,}^{\circ}5$; es ist:

$$\frac{1}{E_0} = 4{,}619, \quad \frac{1}{E_{45}} = 5{,}573, \quad \frac{1}{E_{90}} = 4{,}325.$$

Ferner ist:

$$\frac{1}{T_\varphi} = 15{,}000 - 3{,}675\,\cos^2\varphi_2 - 17{,}536\,\cos^2\varphi\,.\,\cos^2\varphi_1\,,$$

wenn φ, φ_1, φ_2 die Winkel der Längs-, Breiten- und Dickenrichtung gegen die Hauptaxe bezeichnen.

Das Maass $M = 7{,}255.10^{-8}$ der kubischen Compressibilität des Berylls ist 70mal kleiner als das des Wassers gleich 5.10^{-6}.

Nach Fizeau ist:

$$a_0 = -\,1{,}06.10^{-6}$$
$$a_1 = +\,1{,}37.10^{-8},$$

daher:

$$q_0 = -\,7{,}10$$
$$q_1 = +\,43{,}9.$$

Nach der Theorie Poisson's soll die Molekularwirkung nach allen Richtungen die gleiche, also keine »Polarität der Moleküle« vorhanden sein. Für diesen Fall würde

$$c_{13} = c_{44}, \qquad c_{11} = 3\,c_{12};$$

annähernd sind diese beiden Relationen beim Beryll erfüllt.

Für das rhomboëdrische System gelten folgende Formeln, wenn man zur z-Axe die krystallographische Hauptaxe, zur yz-Ebene eine krystallographische Symmetrieebene wählt und die $+\,y$-Axe aus einer der positiven Rhomboëderflächen $+\,R$ austreten lässt, welche um die $+\,z$-Axe herumliegen:

$$\begin{aligned} -X_x &= c_{11}\,x_x + c_{12}\,y_y + c_{13}\,z_z + c_{14}\,y_z \\ -Y_y &= c_{12}\,x_x + c_{11}\,y_y + c_{13}\,z_z - c_{14}\,y_z \\ -Z_z &= c_{13}\,x_x + c_{13}\,y_y + c_{33}\,z_z, \\ -Y_z &= c_{14}\,(x_x - y_y) + c_{44}\,y_z \\ -Z_x &= c_{44}\,z_x + c_{14}\,x_y \\ -X_y &= \frac{c_{11} - c_{12}}{2}\,x_y + c_{14}\,z_x, \end{aligned}$$

$$S = \begin{vmatrix} c_{11} & c_{12} & c_{13} & c_{14} & 0 & 0 \\ c_{12} & c_{11} & c_{13} & -c_{14} & 0 & 0 \\ c_{13} & c_{13} & c_{33} & 0 & 0 & 0 \\ c_{14} & -c_{14} & 0 & c_{44} & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{44} & c_{14} \\ 0 & 0 & 0 & 0 & c_{14} & \frac{c_{11} - c_{12}}{2} \end{vmatrix},$$

$$SE = S_{11}\,(1-\gamma^2)^2 + S_{33}\,\gamma^4 + (S_{44} + 2\,S_{13})\,\gamma^2\,(1-\gamma^2) + 2\,S_{14}\,\beta\gamma\,(3\,\alpha^2 - \beta^2).$$

Solche Prismen, deren Längen-, Breiten- und Dickenrichtung senkrecht zu Symmetrieebenen stehen, sind in diesem System nicht möglich.

1) Fällt die Längsrichtung in die krystallographische Hauptaxe, so wird:

$$SE_0 = S_{33}, \quad ST_0 = S_{44},$$

$$\tau = \frac{3\,NLT}{D^3\,B\left(1 + \frac{D}{B}\right)f},$$

wobei f aus mehreren Beobachtungen bei verschiedenen Dimensionen zu eliminiren ist.

2) Liegt die Längsrichtung des Prismas normal zur Hauptaxe in der Ebene der Nebenaxen, so ist:

$$SE_{90} = S_{11}.$$

3) Liegt die Längsrichtung in der Symmetrieebene YZ im ersten resp. dritten Quadranten, und schliesst sie mit der Hauptaxe den Winkel 45° ein, und fällt die grössere Querdimension in die X-Axe, so ist:

$$SE_{45} = \frac{1}{4}\,[S_{11} + S_{33} + S_{44} + 2\,(S_{13} - S_{14})].$$

4) Liegt unter sonst gleichen Umständen die Längsrichtung im zweiten Quadranten, so ist:

$$SE_{-45} = \frac{1}{4} [S_{11} + S_{33} + S_{44} + 2 (S_{13} + S_{14})].$$

5) Liegt die Längsrichtung in der Ebene der Nebenaxe normal zur Hauptaxe und fällt die kleinere Querdimension in die Hauptaxe, so ist:

$$S\,T_{90\,A} = 2 (S_{11} - S_{12})$$

$$\tau = \frac{3NLT}{D^3 B} - \frac{D}{B} f.$$

Man bestimmt an Stäbchen verschiedener Dicke und Breite den Werth f und kann denselben in die Gleichung für τ unter 1) einsetzen.

Aus den so erhaltenen Werthen von S_{11}, S_{33}, S_{44}, S_{12}, S_{13}, S_{14} folgen die Elasticitätsconstanten mit Hülfe der Formeln:

$$\begin{aligned}
&c_{11}\, s_{11} + c_{12}\, s_{12} + c_{13}\, s_{13} + c_{14}\, s_{14} = 1\\
&c_{12}\, s_{11} + c_{11}\, s_{12} + c_{13}\, s_{13} - c_{14}\, s_{14} = 0\\
&2\, c_{13}\, s_{13} + c_{33}\, s_{33} = 1\\
&c_{13}\, (s_{11} + s_{12}) + c_{33}\, s_{13} = 0\\
&2\, c_{14}\, s_{14} + c_{44}\, s_{44} = 1\\
&c_{14}\, (s_{11} - s_{12}) + c_{44}\, s_{14} = 0.
\end{aligned}$$

Die vorstehenden Formeln gelten nicht nur für die rhomboëdrische Hemiëdrie, sondern auch für die trapezoëdrische Tetartoëdrie.

Aus den Beobachtungen des Verfassers am Bergkrystall folgt:

$$\begin{aligned}
E_0 &= 10304000 & T_0 &= 5085000\\
E_{-45} &= 13050000 & T_{90\,A} &= 3481000\\
E_{+45} &= 8405000 & &\\
E_{90} &= 7853000 & &
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
c_{11} &= 8{,}682 . 10^6 & c_{12} &= 0{,}709 . 10^6\\
c_{33} &= 10{,}745 . 10^6 & c_{13} &= 1{,}438 . 10^6\\
c_{44} &= 5{,}823 . 10^6 & c_{14} &= 1{,}715 . 10^6
\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
E = 12{,}734\, (1-\gamma^2)^2 + 16{,}693\, (1-\gamma^2)\, \gamma^2 + 9{,}705 . \gamma^4\\
- 8{,}460 . \beta\gamma\, (3\,\alpha^2 - \beta^2).
\end{aligned}$$

Innerhalb der Symmetrieebene sind Maxima und Minima vorhanden für folgende Neigungen φ gegen die Verticalaxe:

$$\varphi = -48^0\, 15', \quad \varphi = 0^0, \quad \varphi = 10^0\, 50', \quad \varphi\ 71^0\, 35'.$$

Für die Richtungen innerhalb einer Ebene, die normal zu einer Symmetrieebene liegen, ist ein Minimum für

$$\varphi = \pm\, 29^0\, 6'.$$

Der Torsionscoëfficient ist bestimmt durch:

$$\begin{aligned}
T = 19{,}665 + 9{,}060 . \gamma_2^2 + 22{,}984\, \gamma^2\, \gamma_1^2\\
- 16{,}920\, [(\gamma\beta_1 + \beta\gamma_1)\, (3\,\alpha\,\alpha_1 - \beta\,\beta_1) - \beta_2\, \gamma_2].
\end{aligned}$$

Liegt die Längsrichtung und die grössere Querdimension in der krystallographischen Symmetrieebene, so treten Maxima und Minima ein für

$$\begin{aligned}
\varphi &= 31^0\, 3' \text{ und } & \varphi &= 76^0\, 3'\\
&= 121\ \ 3 & &= 166\ \ 3\,;
\end{aligned}$$

liegt die Längsrichtung und die kleinere Querdimension in der Symmetrieebene, so ist ein Maximum resp. Minimum vorhanden für

$$\varphi = 30^0\,55' \text{ und } \varphi = 120^0\,55'.$$

Es folgt ferner:

$$M = 25,97 . 10^{-8}.$$

Mit Berücksichtigung der von Fizeau gefundenen Werthe:

$$a_0 = 0,781 . 10^{-5}, \qquad a_1 = 1,419 . 10^{-5}$$

folgt:

$$q_0 = 124,8, \qquad q_1 = 143,9.$$

Nach der erwähnten Poisson'schen Theorie müsste sein:

$$c_{13} = c_{44}, \qquad c_{11} = 3\,c_{12};$$

da dieses nicht einmal angenähert richtig ist, so wird man die Moleküle des Bergkrystalls mit sehr starker Polarität versehen denken müssen.

Ref.: J. Beckenkamp.

9. A. **Genth** (in Philadelphia): **Mineralogische Beiträge** (Americ. Philos. Soc. Oct. 2. 1885). 1. Metallisches Zinn von New South Wales. Gediegen Zinn findet sich in den Anschwemmungen verschiedener Flüsse in New Süd Wales; einer dieser Fundorte ist, wie durch Herrn S. B. Howell festgestellt wurde, der Aberfoil-Fluss, ungefähr 15 Meilen von der Stadt Oban, wo sich auf 2 bis 3 Meilen Erstreckung eine werthvolle Diamantgrube befindet. Ein weiterer Fundort ist der Sam-Fluss. Das Zinn findet sich hier in unregelmässigen, etwas gerundeten, krystallinischen Körnern von 1 zu 1 mm Dicke. Die Körner sind graulichweiss und haben Metallglanz; in der Lösung derselben fand sich nur Zinn. Begleitet wird das Zinn von Platin, Iridosmium, Gold, Kupfer, Zinnerz und Korund.

2. Joseït und Tetradymit.

Der Verf. liefert eine Analyse des Tetradymits von San José, Minas Geraës (von einem Stück der Sammlung des Herrn C. S. Bement):

Te	14,67
Se	1,46
S	2,84
Bi	81,23
	100,20

Diese Analyse stimmt sehr gut mit der früheren von Damour überein. Das untersuchte Material hatte dunkelstahlgraue Farbe und vollkommene Spaltbarkeit. Verf. discutirt ausführlich die Beziehung des Tellurs und Wismuths im Tetradymit und verwandten Mineralien und nimmt $Bi_2(Te.Se.S.Bi)_3$ als eine allgemeine Formel zur Berechnung der verschieden zusammengesetzten Varietäten an.

3. Selenhaltiger Galenobismutit.

Ein Stück von Fahlun in Schweden, mit einer vorzüglichen Spaltbarkeit, und bleigrauer Farbe, spröde, H. = 2, spec. Gew. = 7,145 (für reines Material corrigirt), wurde vom Verf. analysirt. Fünf Analysen ergaben 3,96—8,8 % Verun-

reinigungen (Quarz, Pyrit, Kupferkies). Das Mittel dieser fünf Analysen (nach Abzug der Beimengungen) ist folgendes:

		Berechnet:
S	9,75	10,43
Se	12,43	12,94
Pb	27,88	25,30
Ag	0,33	0,00
Bi	49,88	51,33
	100,27	100,00

Dies entspräche der Formel:

$$Pb(S, Se).Bi_2(S, Se)_3 \text{ mit } S : Se = 2 : 1,$$

welche obige, als berechnet angeführte Mengen verlangt. Das Mineral ist demnach eine selenhaltige Varietät des Galenobismutits von Sjögren. Eine weitere Analyse eines unter gleichem Namen gehenden Minerals ergab jedoch ein vom obigen verschiedenes Resultat, aus welcher hervorgeht, dass es ein Gemenge mehrerer Mineralien ist; die Analyse zeigt einen unaufgeklärten Verlust von 4 % und ist daher von geringem Interesse.

4. Silberwismuthglanz.

Eine Mineralstufe von Lake City, Colorado, mit schwarzen, nadelförmigen, längsgestreiften Krystallen, ohne Spaltbarkeit, aber mit unebenem Bruch, ergab durch Analyse:

S	16,66 (a. d. Diff.)
Bi	52,89
Ag	26,39
Pb	4,06

Dieses Resultat entspricht so ziemlich dem Silberwismuthglanz von Rammelsberg.

5. Cosalit.

Von demselben werden nachstehende Analysen gegeben:

	I.	II.
S	16,80	17,17
Se	Spuren	—
As	0,04	—
Sb	0,51	0,84
Bi	44,95	45,09
Cu	8,00	5,84
Ag	1,44	5,75
Pb	28,10	24,61
Zn	0,24	0,58
	100,08	99,88

I. von der Alaska-Grube, II. von der Gladiator-Grube, beide in Ouray Co., Colorado. Von I. wurden 4,03 % Quarz und Kupferkies abgezogen. II. ist das Mittel zweier Analysen, von welchen 20 % Verunreinigungen (Quarz, Pyrit) abgezogen wurden. Das Verhältniss von

$$(Pb + Cu_2 + Ag_2) : Bi : S = 2 : 2 : 5$$

entspricht der Formel:

$$2(Pb\,Ag_2\,Cu_2)S + Bi_2S_3.$$

6. Beegerit.

Ein Mineral aus der Treasury Vault Mine, Summit Co., Colorado, in kleinen Partikeln mit Kupferkies im Quarz vorkommend, ergab:

Pb	50,16
Bi	19,81
Ag	15,40
S	14,59 (aus der Differenz)
	99,96

entsprechend einem silberhaltigen Beegerit.

7. Fahlerz. Ein eisenschwarzes, dichtes, in Quarz eingesprengtes Fahlerz lieferte das Material zu zwei Analysen (Abzug 2—3 % Verunreinigungen).

S	25,97
As	3,22
Sb	25,51
Bi	0,37
Ag	0,60
Cu	37,68
Zn	7,15
Fe	0,64
Mn	0,10
	101,24

Das Fahlerz stammt von der Grube Governor Pitkin bei Lake City, Colorado, und ist von Interesse, da es mit Schrifterz zusammen vorkommt.

8. Polybasit. Ein Polybasitkrystall vom spec. Gew. 6,009 von silberhaltigem Bleiglanz und Pyrit begleitet von der Grube Terrible Lode, Clear Creek Co., Colorado, ergab nachstehendes Resultat:

S	16,70 (a. d. Diff.)
Sb	10,18
As	0,78
Ag	62,70
Cu	9,57
Fe	0,07
	100

9. Arsenkies von Nord-Alabama, begleitet von Skorodit, ergab, nach Abzug von 3,34 % Quarz:

S	18,32
As	47,10
Fe	33,84
Cu	0,70

10. Brucit, Deweylit ext. Verf. erwähnt die Veränderungen eines Magnesiakalksteines von Berks Co., Pennsylvanien, welche die Bildung von Brucit, Deweylit, Serpentin veranlasste. Mehrere Analysen von Brucit von Fritz Island und von Sinking spring sind mitgetheilt, welche der gewöhnlichen Zusammensetzung entsprechen. Eine Analyse des Deweylit wurde von Herrn H. J. Keller ausgeführt:

SiO_2	39,32
FeO	0,51
CaO	Spuren
MgO	41,14
H_2O	18,41
	99,38

Mit diesen Mineralien zusammen findet sich noch Aragonit, welcher zum Theil in Deweylit umgewandelt ist. Ferner Serpentin, von dem Herr Keller zwei Analysen ausführte: I. von der Ruth Mine, II. von der Wheatfield Mine.

	I.	II.
SiO_2	42,14	41,46
FeO	2,06	0,99
MgO	41,61	44,68
CaO	Spur	—
H_2O	14,20	14,07
	100,01	101,20

Weiter macht Genth noch auf Grossular, Vesuvian, Apophyllit, Chabasit, Gismondin und andere Mineralien aufmerksam, welche aus diesem Dolomit hervorgegangen sind.

11. Ilmenit, Oligoklas. Im Olivingestein der Carter Mine, Nord-Carolina, kommt Titaneisen in bräunlichschwarzen Massen, mit der Härte = 5,5 und dem spec. Gew. 4,67 (Analyse I.) vor; sowie in rundlichen Klumpen vom spec. Gew. 4,68 (Analyse II.). Damit vergesellschaftet tritt ein Oligoklas auf (Analyse III., sämmtliche von H. F. Keller).

	I.	II.		III.
TiO_2	52,73	52,64	SiO_2	62,32
Fe_2O_3	8,08	10,07	Al_2O_3	25,19
FeO	33,08	31,11	CaO	5,01
MgO	5,33	5,33	Na_2O	8,02
SiO_2	0,14	Spur	K_2O	0,25
	99,36	99,15		100,79

12. Topas von Stoneham, Maine, wurde durch den Verfasser analysirt:

SiO_2	32,03
Al_2O_3	57,18
Fl	18,83
	108,04
dem Fl äquiv. O	7,92
	100,12

Die Zusammensetzung stimmt mit der Formel. Spec. Gew. = 3,553.

13. Orthoklas, von French Creek, Chester Co., Pa., in röthlich säulenförmigen Krystallen, auch in radiärer Anordnung, ergab:

SiO_2	62,58
Al_2O_3	20,90
Fe_2O_3	0,23
CaO	0,15
K_2O	15,99
Glühverlust	0,67
	100,62

14. Muscovit. Eine hexagonale Pseudomorphose von Wakefield in Canada bestand hauptsächlich aus Muscovit, vermuthlich ist derselbe (wie man es vom Giesekit annimmt) aus Nephelin entstanden. Die Analyse ergab:

SiO_2	45,90
Al_2O_3	36,03
Fe_2O_3	Spur
MgO	0,68
CaO	0,92
K_2O	12,08
H_2O	4,25
CO_2	0,69
	100,55

15. Stilpnomelan. Sammetartige Ueberzüge von dunkelolivengrüner Farbe von Antwerp, N. Y., pseudomorph nach einem unbekannten Mineral in tafelförmigen Krystallen, ergaben:

SiO_2	44,75
Al_2O_3	4,36
Fe_2O_3	4,99
FeO	30,34
MgO	5,47
H_2O	9,18
MnO	Spur
	99,09

Diese Analyse stimmt mit der von Brush überein und zeigt, dass das Eisen in beiden Oxydationsstufen vorhanden ist. Ein an derselben Localität (Antwerp) mit dem Stilpnomelan zusammen vorkommender Ankerit lieferte folgende Zahlen:

$CaCO_3$	54,98
$MgCO_3$	24,91
$FeCO_3$	19,28
$MnCO_3$	0,78
	99,95

15. Calamin. Eine erdige, und kryptokrystallinische Varietät von der Grube Bertha, Pulaski Co., Virginia, gab die unter I. angeführten Zahlen.

16. Titanit, von gelblich weisser Farbe, spec. Gewicht 3,477, von Statesville, North Carolina, Analyse Nr. II.

17. Vanadinit von Wanlockhead, Schottland, in kugelförmigen Gruppen und bräunlichgelben Krystallen, Analyse unter III.

18. Annabergit. Als krystallinischer oder kugeliger Ueberzug von blassgrüner oder schön apfelgrüner Farbe im Kalkstein, begleitet von Rothnickelkies, von der Gem Mine, Silver Cliff, Colorado. Analyse sub IV.

I. Calamin.		II. Titanit.		III. Vanadinit.		IV. Annabergit.	
SiO_2	25,01	SiO_2	29,45	V_2O_5	18,04	As_2O_5	36,64
ZnO	67,42	TiO_2	38,33	As_2O_5	0,34	NiO	32,64
H_2O	8,32	Fe_2O_3	1,61	P_2O_5	0,27	CoO	0,50
	100,75	CaO	29,11	PbO	78,39	MgO	3,74
		Glühverl.	0,60	Ce	2,53	CaO	3,51
		$MnO.MgO$	Spur		99,57	H_2O	23,94
			99,10				100,95

Ref.: E. S. Dana.

10. H. F. Keller und **H. A. Keller** (in Philadelphia): **Eine neue Varietät des Kobellit** (Journ. of the Amer. Chem. Soc. 7, 7). Ein stahlgraues, feinkörniges Mineral, welches sich mit Bleiglanz, Zinkblende und Pyrit vergesellschaftet, in den Gruben am Printerboy Hill bei Leadville in Colorado findet, ergab folgende Zusammensetzung:

	1.	2.	3.
S	15,21	15,27	15,19
Bi	32,62	33,31	33,89
Pb	43,94	44,28	44,03
Ag	5,78	5,49	5,72
Cu	Spur	0,03	Spur
Gangart	0,15	0,14	0,17
	97,70	98,52	99,00

Hieraus berechnet sich die Formel $3(PbAg_2)S.Bi_2S_3$, welche der des Kobellit entspricht mit dem Unterschied jedoch, dass dieses Vorkommen kein Antimon und bedeutende Mengen Silber enthält.

Ref.: E. S. Dana.

11. W. F. Hillebrand (in Denver): **Emmonsit, ein Eisentellurid** (Proceedings Colorado scientific Society II, part 1, 20). Das neue Mineral findet sich in gelblichgrünen Schuppen, sowie eingesprengt in eine harte, braune Gangmasse, bestehend aus Bleicarbonat, Quarz und einer braunen, Eisen und Tellur enthaltenden Substanz. Eine von Herrn W. Cross ausgeführte mikroskopische Untersuchung macht es wahrscheinlich, dass das Mineral monosymmetrisch ist; es besitzt zwei Spaltbarkeiten, eine vollkommene und eine weniger vollkommene, welche nahezu rechtwinkelig aufeinander stehen. Das zur Analyse zu Gebote stehende Material war gering und trotz sorgfältiger Reinigung von unbefriedigender Beschaffenheit. Drei Analysen der braunen Substanz gaben die unter I, II, III stehenden Werthe; eine solche der sorgfältig ausgesuchten, aber trotzdem nicht reinen, grünen Partikel ergab die Werthe unter IV. Das der Wirklichkeit wohl nahe kommende Mittel ist unter V angeführt, unter Abzug von 0,53 % *Se*, welches einmal bestimmt wurde.

	I.	II.	III.	IV.	V.
$Te(Se)$	59,77	59,15	59,05	59,14	58,75
Fe	14,00	14,06	14,90	14,20	14,29
ZnO	—	—	—	1,94	—
CaO	—	—	—	0,56	—
H_2O	3,28	—	—		

Das Atomverhältniss für $Fe : Te(Se) = 1 : 1,82$. Das Eisen ist als dreiwerthiges in dem Mineral enthalten, was besonders festgestellt wurde; das in demselben enthaltene Wasser berechnet sich zu 3 % unter der Annahme, dass ein Ferri-Tellurid vorliege. Es sind jedoch noch weitere Untrsuchungen an besserem Material nöthig, ehe dem Emmonsit ein Platz unter den bekannten Mineralien angewiesen werden kann. Der Name »Ferrotellurit« wurde schon früher von Genth für ein verwandtes Mineral gebraucht, welches jedoch von dem hier beschriebenen verschieden ist. Der Verf. gab dem Mineral den Namen nach dem des Herrn S. J. Emmons von der U. St. Geol. Survey.

Ref.: E. S. Dana.

12. L. G. Eakins (in Denver): **Allanit und Gadolinit** (Proceed. Colorado scient. Soc. II, part **1**, 32). Der Fundort dieser Mineralien ist der Devil's Head Mountain, Douglas County, Colorado. Der Allanit findet sich hier in einem zersetzten Granit; er ist pechschwarz, diamantglänzend, von schwach muscheligem Bruch und isotrop, mit Ausnahme einer Zone um den Kern herum, welche pleochroitisch und doppeltbrechend ist. Spec. Gew. 3,52. Analyse unter I. Der Gadolinit ist schwarz, ohne Spaltbarkeit, mit glattem Bruch und isotrop. Spec. Gew. 4,56; Härte 6—6,5. Analyse unter II. Unter III ist die Analyse eines solchen von mattgrüner Farbe, dem spec. Gew. 4,50 und der Härte 6 angeführt.

	I.
SiO_2	31,13
Al_2O_3	11,44
Fe_2O_3	6,24
Ce_2O_3	12,50
$(LaDi)_2O_3$	10,98
FeO	13,59
BeO	0,27
MnO	0,61
CaO	9,44
MgO	0,16
K_2O	Spur
Na_2O	0,56
H_2O	2,78
CO_2	0,21
P_2O_5	Spur
	99,91

	II.	III.
SiO_2	22,13*)	21,86
Al_2O_3	2,34	0,54
Fe_2O_3	1,13	3,59
ThO_2	0,89**)	0,81
Ce_2O_3	11,10**)	6,87
$(LaDi)_2O_3$	21,23	19,10†)
Er_2O_3	12,74***)	15,80††)
Y_2O_3	9,50***)	12,63††)
FeO	10,43	11,36
BeO	7,19	5,46
MnO	—	0,11
CaO	0,34	0,47
MgO	0,14	0,16
K_2O	0,18	0,20
Na_2O	0,28	0,32
H_2O	0,86	0,74
P_2O_5	—	—
	100,48	100,02

In der Analyse I und II wurden Er_2O_3 und Y_2O_3 nach der Formel von Bahr und Bunsen berechnet, nach der Umrechnung der Oxyde in Sulfate:

$$Er_2O_3 = 4,79 \text{ Oxyd} = 2,33 \text{ Sulfat.}$$

*) Mittel von 22,10 und 22,15.

**) Eine zweite Bestimmung ergab für $ThO_2 + Ce_2O_3 = 11,82$.

***) Das Molekulargewicht der gemischten Oxyde Er_2O_3 und $Y_2O_3 = 296$.

†) Absorptionslinie des Didyms sehr stark.

††) Molekulargewicht der gemischten Oxyde Er_2O_3 und $Y_2O_3 = 294$.

Das Absorptionsspectrum des Erbiums von einem Gramm dieses Minerals, in einer Lösung von 2 cm Dicke und 1 cm Tiefe, war so schwach, dass einzig der Streifen in Grün sichtbar war. Ref.: E. S. Dana.

13. **Richard Pearce** (in Denver): **Goslarit von Montana** (Proc. Colorado scient Soc. II, part **1**, 12). Der Goslarit findet sich in langen, seidenglänzenden, nadelförmigen Krystallen in einigen alten, 400 Fuss tiefen Bauen der Gagnon Mine, Butte City, Montana. Er erscheint in büscheligen Aggregaten von manchmal 3,5 cm Länge an der Oberfläche der Grubenwände und dürfte wahrscheinlich aus einer Eisen- und Kupferhaltigen Zinkblende (Wurtzit?) entstanden sein.

Eine Analyse von W. F. Hillebrand ergab:

SO_3	28,09
ZnO	27,56 (a. d. Differenz)
CuO	0,12
MnO, FeO	0,30
H_2O	43,93
	100

Ref.: E. S. Dana.

14. **W. P. Headden** (in Denver): **Columbit von Colorado** (Ebenda 31). Ein bislang für Zinnerz gehaltenes Mineral von Turkey Creek, Jefferson County, Colorado, wurde als manganreicher Columbit erkannt. Spec. Gew. 5,48.

Nb_2O_5	77,83
WoO_3, SnO_2	1,00
FeO	9,92
MnO	11,23
MgO	Spur
	99,98

Ref.: E. S. Dana.

15. **G. H. Williams** (in Baltimore): **Pyritkrystall von Baltimore County** Maryland (Johns Hopkins University Circular No. 52, 1886). Der Krystall, eine Pseudomorphose von Limonit nach Pyrit, wurde in der Nähe von der Station Summerfield der Maryland Central Railroad durch Herrn C. W. Hayes im krystallinischen Kalk aufgefunden. Er zeigt folgende Formen:

$\infty O \infty$ vorherrschend mit der gewöhnlichen Streifung. $O(111)$, $\frac{1}{2}[\infty O2]$ $\pi(201)$, $2O2(211)$, $3O(331)$, $\frac{1}{2}[4O2]$ $\pi(142.)$ Der Krystall ist also insofern bemerkenswerth, als er, ausser dem Dodekaëder, alle möglichen Arten von Formen des regulären Systems zeigt. Dieselben sind jedoch unregelmässig entwickelt; hierdurch, sowie durch seine blauschwarze Farbe, ist die Zugehörigkeit des Krystalls zum regulären System nicht ohne Weiteres ersichtlich.

Ref.: E. S. Dana.

16. **George F. Kunz** (in New York): **Kupfermineralien von Arizona** (Transact. of the New York Acad. Sciences 1886, S. 275). Der Verfasser bespricht folgende Vorkommen: Malachit und Azurit von der Copper Queen mine, Bisbee, Arizona; Azurit, Cuprit und Dioptas von den Clifton mines, Graham Co., Arizona; Aurichalcit von der Copper Queen mine; Chrysokoll von der Old Glove mine, Gila County. Ref.: E. S. Dana.

17. W. J. Cross und W. J. Hillebrand (in Denver): **Elpasolit, ein neues Mineral** (Bulletin U. S. Geol. Survey No. 20, 57). Die genannten Autoren haben an dieser Stelle unter dem Titel »Mineralogy of the Rocky Mountains« ihre Arbeiten über die Mineralien Colorados und der westlichen Vereinigten Staaten, unter Hinzufügung einiger neuer Zusätze, zusammengestellt. Auszüge aus diesen Arbeiten sind in dieser Zeitschrift bereits früher mitgetheilt worden. Neu ist in der vorliegenden Veröffentlichung die Beschreibung des Eingangs erwähnten Minerals, dessen Name nach dem County (El Paso), in dem es gefunden ward, gebildet wurde. Dasselbe kommt vor in dem derben Pachnolith in kleinen Hohlräumen; es bildet derbe Massen, auf denen sich einmal undeutliche, isometrische (?) Krystalle aufgewachsen fanden. Farblos und optisch isotrop. Eine unvollkommene Analyse ergab:

Al	11,32	
Ca	0,72	
Mg	0,22	
K	28,94	
Na	9,90	
F	46,98	(berechnet)
	98,08	

Die Bestimmung der Alkalien ist nur approximativ; das Fluor ist unter der Annahme berechnet, dass es vollständig an Metalle gebunden ist. Es wurde vorgeschlagen, das Mineral als einen Kryolith zu betrachten, in welchem Zweidrittel des Kaliums durch Natrium ersetzt sind; jedoch ist offenbar eine neue und vollständige Analyse nothwendig, um die wirkliche Natur des Minerals festzustellen.

Dieselben Autoren geben eine detaillirte Beschreibung der Resultate einer mikroskopischen Untersuchung von Schliffen dichten Kryoliths; es ergaben sich hierbei verschiedene Zwillingsgesetze: (*a*) parallel ∞P; (*b*) nach $\frac{1}{2}P$; (*c*) nach $\infty \bar{P} \infty$; (*d*) nach $\frac{1}{2}P$ und der Zusammensetzungsfläche ∞P; (*e*) nach $-\frac{1}{2}P$.

Ref.: E. S. Dana.

18. A. Wendell Jackson (in Berkeley, Californien): **Mineralogische Beiträge** (Bulletin Californ. Acad. Sciences No. 4. Jan. 1886). 1) Colemanit. Zu seiner früheren Beschreibung dieses Minerals (d. Zeitsch. **11**, 291) fügt der Verf. noch einige weitere Details. Betreffs des Fundortes bemerkt er, dass das Mineral erstmals in Death Vally, Inoy County, und späterhin im Calico District, San Bernardino County, Cal., aufgefunden wurde. Die in der früheren Arbeit beschriebenen Krystalle stammten von letztgenannter Localität. Zur Veranschaulichung des Habitus der Colemanit-Krystalle sind der Abhandlung zwei Tafeln mit 13 Figuren beigegeben; ferner eine Zusammenstellung der beobachteten Combinationen, wovon 25 auf die Krystalle von Calico District und 3 auf diejenigen von Death Vally entfallen. In der Flächentabelle werden 42 Formen aufgeführt, es sind deshalb den in dieser Zeitsch. **11**, 292 angeführten 38 Flächen noch folgende neue hinzuzufügen: $e = (121) - 2\text{P̸}2$, $D = (731) - 7\text{P̸}\frac{7}{3}$, $\Phi = (711) - 7\text{P̸}7$, $C = (10.1.1) = -10\text{P̸}10$.

2) Pyrit und Albit von der Stanislaus gold mine, Calaverao Co., Californien. Die Pyritkryställchen erscheinen als dünne Nadeln von 10—12 mm Länge und 0,05 mm Dicke bis hinunter zu den feinsten haarförmigen Gebilden. Dieselben sitzen in drusigen Hohlräumen in schneeweissem Albit. An den Nädelchen wurden

folgende Flächen beobachtet: (100)$\infty O \infty$, π(210) $\frac{1}{2}[\infty O 2]$, π(470) $-\frac{1}{2}[\infty O \frac{7}{4}]$ neu, π(780) $-\frac{1}{2}[\infty O \frac{8}{7}]$. Die Krystalle sind ausgezeichnet durch ihre Verlängerung in der Richtung einer Würfelaxe und des Fehlens eines Theils der Flächen; statt 16 in der seitlichen Zone der Nadel gelegenen Flächen sind nur deren 6 vorhanden. Die Endigung der Krystalle ist abgebrochen.

Die Albitkrystalle bilden dünne farblose Tafeln parallel M und zeigen die Flächen: $M = \infty \breve{P} \infty(010)$, $P = 0P(001)$, $T = \infty' P(1\bar{1}0)$, $z = \infty' \breve{P}3(1\bar{3}0)$, $v = ,P(\bar{1}11)$, $x = ,\bar{P},\infty(\bar{1}01)$.

3) Pyrit von Neu-Almaden. Ein Handstück aus der Quecksilberablagerung zu Neu-Almaden zeigte in einem, mit Dolomitrhomboëdern besetzten, Hohlraum einige, den soeben beschriebenen gleiche Pyritnadeln. An seitlichen Flächen zeigen dieselben, wie durch Messung festgestellt wurde, vier der neuen Form $\pi(470) = -\frac{1}{2}[\infty O \frac{7}{4}]$ und zwei dem Hexaëder angehörige, welche mit einander einen hexagonalen Durchschnitt bilden.

4) Vivianit. Krystallisirter Vivianit wird gefunden bei Camptonville, Yuba County, Californien, in einer Thonschicht im goldführenden Kies. Die Krystalle sind tafelförmig parallel b; die grössten 15 $\times$ 8 mm, die kleinsten 5 $\times$ 2 mm. Ihr Ansehen ist ein von den Cornwaller Krystallen verschiedenes, dem Gyps ähnliches. Die beobachteten Flächen sind: $a = \infty P\!\!\!/ \infty(100)$, $b = \infty R\!\!\!/ \infty(010)$, $m = \infty P(110)$ schmal, $v = P(\bar{1}11)$, $w = P\!\!\!/ \infty(\bar{1}01)$, ferner nicht ganz sicher: $4P\!\!\!/4(\bar{4}11)$, $4P\!\!\!/ \infty(\bar{4}01)$.

Azurit. Die Krystalle dieses Minerals von der Diana mine, Mono County, Calif., sind dünn tafelförmig nach $0P$, und in der Richtung der Orthodiagonale verlängert. Die beobachteten Flächen sind: $0P(001)$, $\frac{1}{2}P\!\!\!/ \infty(\bar{1}02)$, $\frac{1}{2}R\!\!\!/ \infty(012)$, $R\!\!\!/ \infty(011)$, $\infty P(110)$, $-P(111)$. Die gemessenen Winkel stimmen mit den von Schrauf gegebenen leidlich überein. Ref.: E. S. Dana.

19. E. G. Smith (in Beloit): **Pseudomorphose von Limonit nach Pyrit** (Americ. Journ. Sc. May 1886, **31**, 376). Die beschriebenen Krystalle stammen aus dem Trentonkalk von Carpenter's quarry bei Beloit, Wisconsin. Dieselben sind würfelförmig mit Streifung nach dem Pentagondodekaëder. Farbe blassgelb bis tief braun. Einige waren vollständig zersetzt, andere enthielten noch einen Kern von Pyrit. Spec. Gew. 3,45. Eine Analyse ergab:

SiO_2	6,25	
S	0,31	(0,25 andere Bestimm.)
FeO	0,91	
Fe_2O_3	80,21	
CaO	0,04	
MgO	0,40	
Glühverlust	11,72	
	99,84	

Die Zersetzung ist also eine vollständige.

Ref.: E. S. Dana.

20. John G. Meem (in Lexington, Virginia): **Pseudomorphosen von Limonit nach Pyrit** (Americ. Journ. Sc. Octob. 1886, **32**, 274). Die Krystalle wurden in der Nähe von Lexington, Rockbridge Co, Va., gefunden. Sie sind lichtbraun bis schwarz, wasserhaltig und geben ein gelbes Pulver; zuweilen wird noch ein

Kern von Pyrit in ihnen angetroffen. Ihr Habitus ist theils kubisch, theils oktaëdrisch. Die Oktaëderflächen zeigen öfters eine Streifung herührrend von einer oscillatorischen Combination mit einem Ikositetraëder, das gelegentlich auch ausgebildet angetroffen wird, was für den Pyrit nicht gewöhnlich ist. Die Krystalle sind öfters zu gekrümmten Gebilden oder dichten Gruppen vereinigt.

Ref.: E. S. Dana.

21. S. L. Penfield (in New Haven): **Brookit von Magnet Cove, Arkansas** (Americ. Journ. Sc. May 1886, **31**, 387). Der Verf. beschreibt die verschiedenen Formen des Brookits (Variet. Arkansit) von Magnet Cove. Zwei gewöhnliche Typen sind bereits von vom Rath abgebildet, welcher auch schon die Paramorphosen von Rutil nach Arkansit von diesem Fundort beschrieben hat.

Die von Penfield beobachteten Flächen sind: $a = (100)\infty\bar{P}\infty$, $m = (110)\infty P$, $t = (021)\ 2\breve{P}\infty$, $z = (112)\frac{1}{2}P$, $\chi = (124)\frac{1}{2}\breve{P}2$, $e = (122)\breve{P}2$.

Der erste abgebildete Krystall hat e und m im Gleichgewicht, wodurch das Aussehen einer beinahe regelmässigen hexagonalen Pyramide entsteht, welche ihre Spitze am Ende der makrodiagonalen Axe hat. Ein zweiter ist pyramidal mit vorherrschendem e und sehr kleinem m, und die Polkante von e abgestumpft durch die Pyramide z; ein anderer zeigt auch das Brachydoma t. Der vierte ist kurz prismatisch mit der Pyramide z gross und deren Seitenkante abgestumpft durch χ; a, e, t erscheinen untergeordnet. Das spec. Gew. dieses letzten Krystalls war 4,084. Die folgenden Messungen wurden angestellt, denen zum Vergleich die Winkel von v. Kokscharow beigefügt sind:

		Gemessen:	Kokscharow:
$e : e$	$(122):(\bar{1}22)$	$44^0\ 19\frac{1}{2}'$	$41^0\ 23'$
$z : z$	$(112):(\bar{1}12)$	53 37	53 48
	$(11\bar{2}):(\bar{1}1\bar{2})$	53 42	53 48
	$(112):(1\bar{1}2)$	44 30	44 46
$\chi : \chi$	$(124):(\bar{1}24)$	28 39	28 28
	$(12\bar{4}):(\bar{1}2\bar{4})$	28 41	28 28
$e : z$	$(122):(112)$	17 $3\frac{1}{2}$	17 6
$m : m$	$(110):(1\bar{1}0)$	80 6	80 10
	$(110):(\bar{1}10)$	99 $51\frac{1}{2}$	99 50
$a : m$	$(100):(110)$	40 4	40 5
$m : z$	$(110):(112)$	53 40	53 45
	$(110):(11\bar{2})$	53 40	53 45
$m : t$	$(110):(021)$	55 18	55 19
	$(\bar{1}10):(021)$	55 $19\frac{1}{2}$	55 19

Die Krystalle erlauben keine sehr scharfen Messungen, da in verschiedenen Fällen vicinale Flächen zugegen sind, jedoch ist die Uebereinstimmung der gefundenen Werthe mit denen von v. Kokscharow eine befriedigende und sprechen dieselben für den rhombischen Charakter dieses Minerals.

Ref.: E. S. Dana.

22. Whitmann Cross (in Denver): **Topas und Granat in Lithophysen des Rhyolith** (Americ. Journ. Sc. Jun. 1886, **31**, 432). Der Rhyolith, in welchem der Topas und Granat vorkommt, bildet eine Reihe von Felskämmen, wahrscheinlich kurze Gänge, bei Nathrop, Colorado. Das Gestein ist grösstentheils weiss

oder grau, zeigt eine deutliche gebänderte Structur und zuweilen dünne Lagen krystallinischen Quarzes; einzelne Theile zeigen grauen Perlit. Hohlräume oder Lythophysen sind in dem Gestein gewöhnlich. Dieselben sind mehr oder weniger rund, theilweise angefüllt mit dünnen, gekrümmten Schichten von concentrischer Anordnung, welche ineinander übergreifend rosenähnliche Gebilde hervorbringen. Die äusseren Schichten und die Blätter der Blumenkelch-ähnlichen Lithophysen sind gewöhnlich mit winzigen, glasartigen Quarzkryställchen eingefasst.

Diese Hohlräume enthalten auch Sanidin in mikroskopischen Krystallen, welcher sowohl die äusseren Schichten der Lithophysen, als auch die concentrischen Schalen bildet. Manchmal ist eine reifähnliche Structur zu beobachten, hervorgerufen durch die Interpenetration von zarten Blättchen, sehr häufig kommen auch runde oder traubenförmige Massen des weissen Minerals vor, deren Oberfläche gewöhnlich winzige Krystallfacetten zeigen. Klare Krystalle von 1 oder 2 mm Länge sind selten entwickelt, zeigen dann aber eine prachtvoll blaue Farbe parallel $\frac{1}{2}{}^5\bar{P}\infty$. In einer einzigen Höhlung des porphyrischen Gesteins bildet der Feldspath zarte Stalaktiten, welche sich an den Enden etwas verzweigen und nur in den äussersten Spitzen durchsichtig sind. Die anderen Mineralien dieser Hohlräume sind Granat und Topas.

Der Granat findet sich in isolirten Krystallen bis zu 1 cm Durchmesser, gewöhnlich aber nur bis zu 2,5 mm Grösse. Er ist dunkelroth, klar durchsichtig und besitzt schöne, glänzende Flächen. Vorherrschende Form ist $2O2$ mit schmalem ∞O.

Er verhält sich optisch anormal. Schliffe parallel Würfel, Dodekaëder und Oktaëder wurden aus den passendsten Krystallen, welche beschafft werden konnten, angefertigt und auf ihr optisches Verhalten geprüft, das, insoweit dasselbe Regelmässigkeit zeigt, mit den Beobachtungen Klein's übereinstimmt. Die Doppelbrechung ist schwach und ihre Regelmässigkeit ist ohne Zweifel gestört durch zahlreiche Quarzeinschlüsse.

Eine Analyse dieser Granaten ergab Herrn L. G. Eakins:

SiO_2	35,66
Al_2O_3	18,55
Fe_2O_3	0,32
FeO	14,25
MnO	29,48
CaO	1,15
K_2O	0,27
Na_2O	0,21
H_2O	0,44
	100,33

Spec. Gewicht 4,23 bei 18° C. Hieraus ist ersichtlich, dass der Granat ein typischer Mangangranat oder Spessartin ist.

Topas erscheint in den Lithophysen aller Art dieses Rhyoliths, wenngleich etwas weniger häufig als der Granat. Die Krystalle desselben sind prismatisch, klar und durchsichtig, entweder farblos, blassblau oder aber deutlich weingelb, mit schöner Entwickelung der Formen. Das Ansehen ist das diesem Mineral gewöhnliche. Die beobachteten Flächen, in der Reihenfolge ihrer Entwickelung, sind: $\infty P(110)$, $\infty\breve{P}2(120)$, $2P(221)$, $0P(001)$, $2\breve{P}\infty(021)$, $4\breve{P}\infty(041)$, $\infty\breve{P}\infty(010)$, $\infty\breve{P}3(130)$, $2\bar{P}\infty(201)$.

Der mittlere Durchmesser dieser Krystalle ist ungefähr 3—4 mm; sie finden

sich gewöhnlich einzeln, zuweilen auch in Gruppen. Ein diesem Vorkommen ähnliches Topasvorkommen ist dasjenige in den Höhlungen des Rhyoliths von Chalk Mountain, Colorado (diese Zeitschr. **10,** 303).

Ein weiteres Vorkommen fand man in Utah, 40 Meilen nördlich vom Sevier Lake. Die Topaskrystalle dieses Fundorts sind farblos und grösser als diejenigen von Nathrop; sie finden sich in einem Rhyolith mit kleinen Quarz- und Sanidinkrystallen. Folgende Analysen wurden von diesen topasführenden Rhyolithen ausgeführt: I. Chalk Mountain von W. F. Hillebrand, II. Nathrop, Colorado, von L. G. Eakins, III. Utah von L. G. Eakins.

	I.	II.	III.
SiO_2	74,45	69,89	74,49
Al_2O_3	14,72	17,94	14,51
Fe_2O_3	—	0,39	0,57
FeO	0,56	0,52	0,32
MnO	0,28	0,23	Spur
CaO	0,83	Spur	1,03
MgO	0,37	0,14	Spur
K_2O	4,53	4,38	4,64
Na_2O	3,97	4,21	3,79
Li_2O	Spur	Spur	Spur
H_2O	0,66	2,07	0,64
P_2O_5	0,01	Spur	—
	100,38	99,77	99,99

Ref.: E. S. Dana.

23. S. L. Penfield und **D. N. Harper** (in New Haven): **Ueber die chemische Zusammensetzung des Herderit und Beryll** (Americ. Journ. Sc. Aug. 1886, **32,** 107). 1) Herderit. Die Verf. haben einige sehr sorgfältig ausgeführte Analysen des Herderit von Stoneham in Maine geliefert. Die hierbei eingeschlagene Methode ist in der Originalabhandlung ausführlichst angegeben. Zur Verwendung gelangte nur das ausgesuchteste mit Hülfe der Sonstadt'schen Lösung gereinigte Material, dessen spec. Gew. hierbei zu 3,006—3,012 ermittelt wurde. Die Analysen ergaben:

	I.	II.	III.	Mittel:			Berechnet:
P_2O_5	43,47	—	43,74	0,308		1,00	43,83
BeO	—	15,28	15,51	0,620		2,01	15,44
CaO	—	33,61	33,67	0,601		1,95	34,57
F	—	—	5,27÷38	0,138	0,343	1,11	5,86
H_2O	4,37?	—	3,70	0,205			2,77
			101,89				102,47
O äquivalent F		—	2,22				2,47
			99,67				100,00

Wie ersichtlich ergaben die Analysen Wasser neben Fluor, wovon sich die Verf. noch einmal durch folgenden Versuch überzeugten. Eine kleine Menge Herderitpulver wurde in eine schwer schmelzbare, an einem Ende zugeschmolzene Glasröhre gebracht und geglüht. Zuerst bildet sich nur ein schwacher Beschlag von Wasser an den kälteren Theilen der Röhre. Beim heftigen Glühen aber über

der Gebläselampe tritt eine plötzliche, starke Entwickelung von Flusssäure ein, wodurch das Glas, besonders in der Nähe des Minerals, deutlich geätzt wird und ein Häutchen von Kieselsäure zurückbleibt, während sehr saures Wasser sich entwickelt.

Das Verhältniss der Bestandtheile ist nahezu

$$P_2O_5 : BeO : CaO : (Fl + H_2O) = 1 : 2 : 2 : 1.$$

Da das Wasser erst bei sehr hoher Temperatur hinweggeht, so ist erwiesen, dass dasselbe nicht als Krystallwasser, sondern als Hydroxyl vorhanden ist, wahrscheinlich als Vertreter des Fluor. Das Verhältniss von $Fl : (OH)$ ist nahezu 1 : 1. Der Herderit ist demnach zu betrachten als eine isomorphe Mischung von

$$CaBeFlPO_4$$

und

$$CaBe(OH)PO_4.$$

Es ist dies die Formel von Mackintosh, der jedoch das Wasser übersah und das Mineral als eine nur fluorhaltige Verbindung betrachtete.

Chemisch ist der Herderit verwandt mit drei Mineralien: Wagnerit, Triplit, und Triploidit, deren resp. Zusammensetzung ist:

$$Mg_2FlPO_4,\ (FeMn)_2FlPO_4,\ \text{und}\ (FeMn)_2(OH).PO_4.$$

Bezüglich der Krystallformen variiren jedoch diese Mineralien. Herderit ist rhombisch, Triplit fraglich und Triploidit monosymmetrisch. Die beiden lezteren haben jedoch, wie der Herderit, einen Prismenwinkel von nahe 120°.

2) Beryll. Die früheren Analysen (diese Zeitschr. **10**, 402) Penfield's haben ergeben, dass der Beryll zuweilen Alkalien in ansehnlichen Mengen enthält, sowie dass er beim Glühen immer Wasser abgiebt, welches demnach ohne Zweifel zu den Bestandtheilen desselben gehören muss. Um diese Fragen entscheiden zu können, hat der Verf. die Trennung des Berylls und Aluminiums zum Gegenstand eines längeren Studiums gemacht. Dieses hat denn auch den Verf. zu einer Methode geführt, welche vollkommen verlässlich ist. Eine Analyse des reinen, durchsichtigen Aquamarins von Stoneham, Maine, vom spec. Gew. 2,706, ergab folgendes Resultat.

		Verhältniss:		
SiO_2	65,54	1,092		6,00
Al_2O_3	17,75	0,172	0,173	0,95
Fe_2O_3	0,21	0,001		
FeO	0,38	0,005	0,558	3,06
BeO	13,73	1,541		
CaO	0,06	0,001		
Na_2O	0,71	0,011		
Li_2O	Spur			
H_2O	2,01	0,112		0,61
	100,39			

Das Verhältniss von $SiO_2 : Al_2O_3 : RO : H_2O$ ist nahezu 6 : 1 : 3 : .5 und führt mit Ausnahme des Wassergehalts zu der gewöhnlich angenommenen Formel dieses Minerals. Die obigen Resultate zeigen jedoch, dass die früheren Analysen nicht correct sind, da bei ihnen eine sorgfältige Trennung des Aluminiums nicht durchgeführt wurde. Der Wassergehalt, der sich auf $\frac{1}{2}$ Molekül beläuft, muss als zur Constitution gehörig angesehen werden, da derselbe erst beim Glühen hinweggeht. Wird dieses daher der Zusammensetzung eingerechnet, so ergiebt sich die Formel:

$H_2 Be_6 Al_4 Si_{12} O_{37}$, welche verlangt:

SiO_2	65,81
Al_2O_3	18,83
BeO	13,71
H_2O	1,65
	100,00

Die Bestimmung der Alkalien einiger europäischer Berylle nach der Methode von J. Lawrence Smith ergab folgende Resultate, welche alle auf Natrium berechnet sind, obwohl einige auch etwas Lithium enthalten:

Limoges, Frankreich	0,73 %
Hühnerkobel, Bodenmais	1,20
Habachthal, Salzburg	2,26

Ref.: E. S. Dana.

24. Whitman Cross und L. G. Eakins (in Denver): **Ueber den Ptilolit, ein neues Mineral** (Americ. Journ. Sc. Aug. 1886, **32,** 117). Das neue Mineral findet sich in den Hohlräumen des mehr oder minder blasigen Augit- Andesits welcher in Fragmenten in den Conglomeratschichten der Green und Table Mountains, Jefferson Co., Colorado, gefunden wird.

Das dichte Gestein ist dunkel aschgrau und weist als einzig erkennbare makroskopische Bestandtheile wenig dunkeln, prismatischen Augit und tafelförmige Feldspathkrystalle auf. Die mikroskopische Untersuchung ergab das Vorhandensein eines Netzwerkes kleiner Plagioklas- Mikrolithen, zwischen denen spärlich unregelmässige Augitkörner eingelagert sind. Die chemische Analyse des Gesteins ergab Herrn L. G. Eakins folgende Zusammensetzung:

SiO_2	59,26
Al_2O_3	23,63
Fe_2O_3	0,30
FeO	0,57
CaO	5,93
MgO	0,31
K_2O	4,78
Na_2O	4,94
H_2O	0,74
	100,46

Das Gestein ist theilweise porös und einige der mandelförmigen Hohlräume sind ganz erfüllt mit Quarz und Chalcedon, gestreiftem Opal. In anderen finden sich Krusten von kleinen, klaren, tafelförmigen Heulanditkrystallen, auf und zwischen denen sich weisse, kugelige Massen von unbekanntem Charakter befinden. Porösere Gesteinsstücke, in denen die Hohlräume unregelmässiger werden, enthalten nur Spuren des rahmigen, opalartigen Absatzes, während der Heulandit und die weissen Kügelchen der unbekannten Substanz eine deutliche Kruste bilden. Als noch neuere Bildung erscheinen in den Poren dieses Gesteins kleine, weisse Büschel eines Minerals, welches Aehnlichkeit mit manchen Mesolithen hat und welche dem neuen Mineral angehören.

Am Nordabhange des Green Mountain findet man Fragmente dieses Augit-Andesits, in welchem die weissen Büschel dieses Minerals besonders gut entwickelt

sind. Das Gestein ist licht röthlichgrau und voller Blasenräume, welche nach einer Richtung cylindrisch ausgezogen sind. In manchen dieser Hohlräume findet man ein Häutchen von blassbläulichem Chalcedon, auf welchen das erwähnte neue Mineral in höchst feinen Büscheln und schwammigen Massen lose gruppirter, kurzer, haarförmiger Nadeln abgelagert ist. Dieselben erweisen sich unter dem Mikroskop als farblose, durchsichtige Prismen mit einem mittleren Durchmesser von weniger als 0,001 mm. Die Endigung der unversehrten Prismen ist rechtwinklig, was auf eine basische Fläche hindeutet, parallel welcher auch Querrisse gehen, welche vielleicht einer Spaltbarkeit angehören. Die Auslöschung der dickeren Prismen im polarisirten Licht ist parallel der Prismenaxe, die Mehrzahl derselben sind jedoch so zart, dass sie das polarisirte Licht nicht merklich mehr beeinflussen.

Eine Analyse dieser, vom Chalcedon getrennten, zarten Büschel ergab Herrn Eakins:

SiO_2	70,35 =	1,1725		oder 10,06	oder 10
Al_2O_3	11,90	0,1166		1,00	1
CaO	3,87	0,0691			
K_2O	2,83	0,0301	0,1116	0,96	1
Na_2O	0,77	0,0124			
H_2O	10,18	0,5655		4,86	5
	99,90				

Der Wasserverlust beginnt bei 100°, nimmt stetig zu bis zu einer Temperatur von 300—350° C., bei der alles Wasser ausgetrieben ist, so dass ein fortgesetztes Erhitzen auf leichte Rothgluth keinen weiteren Verlust ergiebt. Die aus obigen Zahlen abgeleitete Formel für dieses Mineral ist

$$RO \,.\, Al_2O_3 \,.\, 10SiO_2 + 5H_2O,$$

in welcher $R = Ca$, Ka_2 und Na_2 ist. Das Mineral kann also angesehen werden als eine isomorphe Mischung von:

$$Ca\,Al_2\,Si_{10}\,O_{24} + 5\,H_2\,O$$
$$K_2\,Al_2\,Si_{10}\,O_{24} + 5\,H_2\,O$$
$$Na_2\,Al_2\,Si_{10}\,O_{24} + 5\,H_2\,O.$$

Vergleicht man die durch die Analyse gefundenen Werthe mit denen aus der Formel berechneten, so erhält man:

	Berechnet:	Gefunden:
SiO_2	69,86	70,35
Al_2O_3	11,87	11,90
CaO	4,04	3,87
Ka_2O	2,95	2,83
Na_2O	0,80	0,77
H_2O	10,48	10,18
	100,00	99,90

Der Verf. macht darauf aufmerksam, dass dieses Mineral angesehen werden kann als ein Hydrat eines Salzes aus der Reihe:

$Na_2Al_2Si_2O_8$ im Sodalith,
$K_2Al_2Si_4O_{12}$ - Leucit,
$K_2Al_2Si_6O_{16}$ - Orthoklas,
$Li_2Al_2Si_8O_{20}$ - Petalit,

welches zunächst auf den Petalit folgen würde. Vor dem Löthrohr schrumpft ein

Büschel dieses Minerals bedeutend zusammen und schmilzt zu einem klaren Glas. Salzsäure, welche gerade siedet, hat auf das Mineral keinen Einfluss, dagegen wird es durch starke Schwefelsäure nach und nach zersetzt. Der Name dieses Minerals wurde abgeleitet von πτίλον (Flaumfeder) in Beziehung auf die leichte, flaumartige Natur seiner Aggregate.

Ref.: E. S. Dana.

25. T. B. Osborne (in New Haven): **Analyse des Columbit von Brancheville** (Americ. Journ. Sc. Nov. 1885, **30**, 336). In seiner werthvollen Abhandlung über die quantitative Bestimmung des Niobiums veröffentlicht der Verf. eine Analyse des gewöhnlichen schwarzen Niobits von Brancheville, Conn. Spec. Gew. = 5,73. Die Analyse ergab

	a.	b.
Ta_2O_5	18,95	19,44
Nb_2O_5	60,95	60,46
FeO	12,86	12,95
MnO	7,07	7,00
	99,83	99,85

Dieser Niobit enthält einen hohen Procentsatz Mangan, darf aber nicht mit jener Varietät verwechselt werden, die an demselben Fundort in kleinen, durchscheinenden, braunen Krystallen (siehe diese Zeitschr. **4**, 616) gefunden wurde, und welche Mangan und nur eine Spur Eisen (0,43 %) enthält.

Ref.: E. S. Dana.

26. J. W. Clarke (in Washington): **Mineralien von Litchfield in Maine** (Amer. Journ. of Sc. April 1886, **31**, 262). Die Fundorte Litchfield und West-Gardiner, Kennebec County in Maine, sind wohlbekannt durch das Vorkommen von schönem Sodalith, Cancrinit, Eläolith etc. Die wichtigsten der hier gefundenen Mineralien unterzog der Verf. einer sorgfältigen chemischen Untersuchung. Alle bisher gefundenen Stücke stammen aus losen Felsblöcken.

1. Eläolith findet sich an beiden genannten Orten sehr häufig in charakteristischen, dunkelgrauen, spaltbaren Massen von starkem Fettglanz. Die Analyse ergab:

SiO_2	43,74
Al_2O_3	34,48
Na_2O	16,62
K_2O	4,55
CaO	Spur
MgO	Spur
H_2O	0,86
	100,25

2. Cancrinit ist eines der häufigsten und charakteristischen Mineralien dieser Localität, seinem Ansehen nach variirt dasselbe beträchtlich. Untersucht wurden drei typische Arten, nämlich:

A. Eine orangegelbe, mit starkem Glanz und Spaltbarkeit, in dünnen Splittern durchsichtig;

B. eine schmutzig blassgelbe, minder glänzend, aber gut spaltend und ebenfalls in dünnen Splittern durchsichtig;

C. eine hellgelbe, körnige Art; die gewöhnlichste aller.

	A.	B.	C.	Berechnet:
SiO_2	36,29	35,83	37,22	35,9
Al_2O_3	30,12	29,45	28,32	30,6
Mn_2O_3	Spur	Spur	Spur	—
Fe_2O_3	Spur	Spur	Spur	—
CaO	4,27	5,12	4,40	4,2
Na_2O	19,56	19,33	19,43	18,6
K_2O	0,18	0,09	0,18	—
MgO	—	—	0,07	—
H_2O	2,98	3,79	3,86	4,1
CO_2	6,96	6,50	6,22	6,6
	100,36	100,11	99,70	100

Ein fleischfarbiges, bald Eläolith, bald Cancrinit genanntes Mineral wurde ebenfalls in Untersuchung gezogen. Dasselbe findet sich manchmal in ansehnlichen Massen, ist glänzend und spaltbar und scheinbar ganz homogen. Die Analyse ergab folgende Werthe:

SiO_2	38,93
Al_2O_3	32,52
CaO	2,47
Na_2O	17,02
K_2O	3,23
H_2O	2,83
CO_2	2,95
	99,95

Aus diesen Zahlen geht hervor, dass das Mineral ein Gemenge ist, was durch die mikroskopische Untersuchung, welche Herr J. S. Diller ausführte, bestätigt wurde. Nach derselben ist das Mineral ein inniges Gemenge von Eläolith und Cancrinit in ungefähr gleichem Verhältniss. Diese Bestandtheile gelang es später auch vermittelst der Sonstadt'schen Lösung zu trennen.

Diese Thatsache und die scheinbare Homogenität des Minerals machen es wahrscheinlich, dass die Verschiedenheiten in der Zusammensetzung des Cancrinits auf eine Beimengung von Eläolith zurückzuführen sind. Von den oben mitgetheilten Cancrinitanalysen ist die sub A. mit dem reinsten Material angestellt, aus ihr leitet sich die Formel $Al_8(SiO_4)_8(CO_4)_2CaNa_8H_6$ ab, für welche die berechneten Procente oben beigesetzt sind.

3. Sodalith, dieser ist jetzt etwas spärlicher geworden, wenigstens in grösseren, zusammenhängenden Stücken. Er findet sich meist untermengt mit Cancrinit, schöne gesprenkelte Massen bildend und auch vergesellschaftet mit einem weissen, dichten, später zu beschreibenden Zersetzungsproduct. Die Analyse ergab:

SiO_2	37,33
Al_2O_3	31,87
Fe_2O_3	—
Na_2O	24,56
K_2O	0,10
Cl	6,83
H_2O	1,07
	101,76
Abzüglicher O für Cl	1,54
	100,22

4. Hydronephelit, ein neues Mineral. Innig vergesellschaftet mit dem Sodalith ist ein weisses, in Nähten auftretendes Zersetzungsproduct, welchem von den dortigen Sammlern der Name »weisser Sodalith« gegeben wurde. Man findet Stücken von mehr als 2 cm Dicke, von weisser Farbe, glanzlos, mit dem Bruche des Sodaliths, aus dem es wahrscheinlich durch Zersetzung entstanden ist. Die Analyse zweier Proben lieferte folgende Zahlen:

	A.	B.
SiO_2	38,90	39,24
Al_2O_3	33,98	33,16
Na_2O	13,21	13,07
K_2O	1,01	0,88
CaO	0,05	Spur
H_2O	13,12	13,30
Cl	Spur	—
Fe_2O_3	Spur	—
	100,27	99,65

Seine Härte ist 4,5, es schmilzt leicht zu einen weissen Email. Löslich in Salzsäure und beim Abdampfen gelatinirend. Bruch unregelmässig, ähnlich dem des Sodalith.

Die mikroskopische Untersuchung durch J. S. Diller ergab, dass dieses Mineral aus dem Sodalith entstanden ist; seine optischen Eigenschaften sind die eines einaxigen Minerals, und die Gegenwart von drei Spaltungsrichtungen in basischen Schnitten macht es wahrscheinlich, dass das Mineral hexagonal ist. Die Gegenwart eines zweiten, deutlich unterschiedenen Zersetzungsproductes wurde ebenfalls, wenn auch nur in geringer Menge, nachgewiesen. Um zu prüfen, ob dasselbe auf die Genauigkeit der obigen Analyse einen merklichen Einfluss hat, wurde das Material sorgfältigst mit der Sohnstadt'schen Lösung getrennt und einer neuen Analyse unterworfen, welche folgende Zahlen ergab:

H_2O	12,98
SiO_2	38,99
Al_2O_3	33,62
CaO	0,07
Na_2O	13,07
K_2O	1,12
	99,85

Das Resultat zeigt, dass die Analysen A. und B. vollständig vertrauenswürdig sind, und dass die Zusammensetzung des Minerals genügend sicher gestellt ist, um es der Reihe der Zeolithe einzuordnen. Der Verf. vergleicht, um die Beziehungen dieses Minerals zu zeigen, die Analyse A. desselben mit der des Ozarkits (Arkansas) von Smith und Brush und der des Rauits (Brevig) von Paykull.

	Ozarkit:	Rauit:	Hydronephelit:
H_2O	13,80	11,71	13,12
SiO_2	36,85	39,21	38,90
Al_2O_3	29,42	31,79	33,98
Fe_2O_3	1,55	0,57	—
CaO	13,95	5,07	0,05
Na_2O	3,91	11,55	13,21
K_2O	—	—	1,01
	99,48	99,90	100,27

Die Formel des Minerals ist $Al_3(SiO_4)_3Na_2H.3H_2O$, sie erfordert 13,76 H_2O, 13,54 Na_2O, 33,41 Al_2O_3 und 39,29 SiO_2.

Der Verf. unterzog ferner auch den Albit und den schwarzen Glimmer einer chemischen Analyse. Der letztere findet sich in schwarzen Schuppen in dem Eläolith führenden Gestein und zeigt gewöhnlich mehr oder weniger Zersetzung.

	Albit:
SiO_2	66,39
Al_2O_3	19,69
K_2O	0,99
Na_2O	10,17
H_2O	0,52
	97,96

	Lepidomelan:
H_2O	4,62
Fl	—
TiO_2	—
SiO_2	32,09
Al_2O_3	18,52
Fe_2O_3	19,49
FeO	14,10
MnO	1,42
MgO	1,01
K_2O	8,12
Na_2O	1,55
	100,02

Der Verf. schliesst seine Arbeit mit einer Discussion der Structurformel des Nephelin, Cancrinit und Sodalith, sowie des Nosean und Hydronephelit, um den Uebergang eines Minerals in eines der anderen zu zeigen.

Ref.: E. S. Dana.

27. Wm. E. Hidden (in Newark, N. J.): **Unechte Pseudomorphosen von Quarz** (School of mines Quaterley, **7**, Juli 1886). Der Verf. beschreibt die unsymmetrischen Formen des Quarzes, welche an einigen Punkten in Nord-Carolina gefunden werden und welche von den Sammlern als Pseudomorphosen nach Baryt oder Calcit gedeutet wurden. Sie sind jedoch durchweg unecht und verdanken ihre geometrische Form nur den Mineralien, zwischen denen sie eingebettet waren; es sind also nur Curiositäten und einzig deshalb interessant, weil sie manchmal täuschend ähnlich den wirklichen Krystallen sind.

Ref.: E. S. Dana.

28. Wm. E. Hidden (in Newark): **Mineralogische Notizen** (Americ. Journ. Sc. Sept. 1886, **32**, 204). 1. Spodumen. Die smaragdgrüne Varietät des Spodumens (Hiddenit) wurde an einer neuen Stelle in der Nähe der früheren zu Stony Point, Alexander County, N. C., aufgefunden. Die ihn begleitenden Mineralien sind: spärlicher, stark modificirter Quarz, prachtvoller Rutil und durchsichtiger Beryll. Nach einer beigefügten Mittheilung von Des Cloizeaux sind die Brechungsexponenten des Hiddenits $\alpha = 1,677$, $\beta = 1,669$, $\gamma = 1,651$ für gelbe Strahlen. Der brasilianische Spodumen ergab ihm $\beta = 1,669$.

2. Xenotim. Nahe der Fundstelle des Hiddenits wurden im letzten Jahre eine geringe Anzahl Xenotimkrystalle aufgefunden. Dieselben besitzen haarbraune Farbe und sind theilweise durchsichtig. Spec. Gew. 4,45 — 4,62. Sie gleichen im Ansehen einer gewöhnlichen Zirkoncombination (Dana's Mineralogy Fig. 251,252). Beobachtete Flächen: $\infty P(110)$, $P(111)$, $3P(331)$ und $0P(001)$ in Spuren; von diesen Flächen ist $3P$ für das Mineral neu. Der Winkel $\infty P : P$

wurde zu $48^0 46'$ gemessen, die Messungen schwanken zwischen $48^0 41'$ bis $48^0 51'$. Derselbe Krystall wurde von Des Cloizeaux gemessen, welcher fand:

$$\infty P : \quad P = 48^0 15' - 45'$$
$$\infty P : 3P = 30 \;\; 30' - 50$$
$$P : \quad P = 56 \quad \text{appr.}$$

Der Verf. bemerkt, dass er den Xenotim auch gefunden hat in den goldhaltigen Kiesen des westlichen Nord-Carolina und an einigen Punkten des nordwestlichen Georgia.

3. Monazit. Mit dem ebengenannten Xenotim zusammen wurden auch einige schöne Monazitkrystalle aufgefunden. Einige sind kreuzförmige Zwillinge mit $a(100)\infty \bar{P}\infty$ als Zwillingsfläche. Die Krystalle zeigen eine unvollkommene Spaltbarkeit parallel $(010)\infty \breve{P}\infty$, von der gewöhnlich angegebenen basischen Spaltbarkeit konnte nichts wahrgenommen werden.

4. Schwarzer Turmalin fand sich zusammen mit dem Spodumen: er ist stark glänzend und zeigt nachstehende Formen: $0P$, ∞P, $\infty P2$, R, $\frac{1}{4}R$, $\frac{1}{2}R$, $\frac{3}{5}R$, $2R$, $3R$, $\frac{1}{2}R3$. Die Fläche $\frac{3}{5}R$ mit dem Winkel $0P : \frac{3}{5}R = 31^0$ appr. wird als neu betrachtet.

5. Quarz. Der Verf. macht auf die Seltenheit eines Quarzkrystalls mit einer wirklichen Basisfläche aufmerksam, obschon ja Krystalle mit scheinbarer Basis manchmal beobachtet worden sind. An zwei Krystallen war dieselbe besonders deutlich, einer derselben wurde an Herrn Des Cloizeaux gesendet, welcher dem Verf. die zweifellose Richtigkeit bestätigt. Er fand $p : a^1 = 52^0$ (berechnet $51^0 47$). Derselbe Krystall zeigte noch die Fläche $b^{\frac{3}{2}}$.

6. Molybdänit wurde in grossen Krystallen in Renfrew County, Canada, gefunden. Einige derselben wiegen nahezu 1 Pfund und erreichen die Grösse von $3\frac{3}{4} \times 2\frac{7}{8} \times 2$ Zoll, einer war sogar 4 Zoll gross. Die Krystalle zeigen die Basis und eine spitze hexagonale Pyramide mit einem Winkel von ungefähr 72^0 (108^0). Ein, augenscheinlich aus zwei Hälften bestehender Krystall, dessen Hälfte um 30^0 gegen die andere gedreht ist, nennt der Verf. einen Zwilling (?).

7. Herderit. Ein grosser Krystall zeigte alle bis jetzt an den Krystallen von Stoneham beobachteten Flächen, ausgenommen x, l, n, wozu noch die neue Fläche $\bar{P}\infty(101)$ kommt. Der mittlere Brechungsexponent wurde von Des Cloizeaux zu 1,609 bestimmt.

8. Phenakit. Der Verf. bringt eine briefliche Mittheilung des Herrn Des Cloizeaux zur Kenntniss betreffs der von dem Genannten erhaltenen Resultate einer Studie über den Phenakit von Florissant, El Paso County, Colorado. Die Krystalle zeigen folgende Formen:

$e^2 = \infty R$	$(10\bar{1}0)$		$e^1 = -2R$	$(02\bar{2}1)$
$d^1 = \infty P2$	$(11\bar{2}0)$		$d^2 = -R3$	$(12\bar{3}1)$
$k = \infty P\frac{5}{4}$	$(41\bar{5}0)$		$z = \frac{1}{2}R2$	$(13\bar{4}4)$
$p = R$	$(10\bar{1}1)$		$w = \frac{1}{2}R3$	$(12\bar{3}2)$
$b^1 = -\frac{1}{2}R$	$(01\bar{1}2)$		$b^2 = \frac{2}{3}P2$	$(11\bar{2}3)$
$e^{\frac{1}{2}} = -R$	$(01\bar{1}1)$		$y = \frac{4}{3}P2$	$(22\bar{4}3)$.

Die Fläche z ist neu. Die gemessenen Winkel sind

$d^1 : w = 46^0 10'$	appr.	
$w : z = 11\ 10$		$11^0 15'$ berechnet
$b^1 : b^1 = 36$ —		
$e^2 : d^2 = 32$ —	appr.	
$e^2 : w = 57$ —		über d^2
$e^2 : p = 108$ —		über $e^{\frac{1}{2}}$
$d^2 : w = 25\ 21$		
$w : e^{\frac{1}{2}} = 14\ 50$		
$w : z = 23\ 30$		über $e^{\frac{1}{2}}$
$e^{\frac{1}{2}} : z = 8\ 35$		
$e^{\frac{1}{2}} : p = 35\ 20$		
$z : p = 26\ 50$		
$z : p = 41\ 35$		gegenüberliegend.

Eine Kante des Krystalls war abgestumpft durch eine Fläche, deren Symbol sein würde $d^{\frac{13}{5}} = R\frac{9}{4}$ oder vielleicht $d^{\frac{8}{3}} = R1\frac{1}{5}$. Die diesbezüglichen Winkel sind: $d^2 : d^{\frac{13}{5}} = 7^0 30'$, $d^{\frac{13}{5}} : p = 29^0 30'$. Die Form w ist holoëdrisch, während sie sonst gewöhnlich hemiëdrisch erscheint. An einem Krystall erschien die Form $b^2 = \frac{2}{3}P2$ anscheinend hemiëdrisch.

Ref.: E. S. Dana.

29. H. A. Wehler (in St. Louis): **Ueber das künstliche Bleisilicat von Bonne Terre, Missouri** (Americ. Journ. Sc. Octob. 1886, **32**, 272). Der Verf. beschreibt die Entstehungsweise des bereits von E. S. Dana und S. L. Penfield beschriebenen Bleisilicats (diese Zeitschr. **11**, 310). Die Krystalle wurden unmittelbar unter dem Heerd des Reverberir-Ofens, dicht neben der Feuerbrücke, gefunden. Das angewandte Erz, welches ausschliesslich Bleiglanz ist, wird, um es zum Schmelzen vorzubereiten einem Rösten unterworfen. Der zu röstenden Beschickung werden 10 — 12% Kiesel zugesetzt und die Temperatur wird zum Schluss des Röstens so hoch gesteigert, dass die Beschickung zusammensintert und schmilzt, bis sie die Feuerbrücke erreicht. Die Krystalle wurden unmittelbar unter dem Heerd dieses Schmelzofens als Ausfüllung unregelmässiger Hohlräume gefunden. Die Gangart des Erzes ist ein magnesiumhaltiger Kalkstein, welcher, obgleich beim Zubereiten entfernt, dennoch immer in dem gerösteten Erz in bemerkbaren Mengen angetroffen wird und durch die Analyse nachgewiesen werden kann.

Mit dem Bleiglanz vergesellschaftet findet man mehr oder weniger Pyrit und eine sehr kleine, aber stets vorhandene Menge von Nickel und Kobalt, besonders ersteres, welches vielleicht als Siegenit vorhanden ist, obgleich von demselben mit freiem Auge nichts zu entdecken ist.

Von den im Charakter mit den von Dana und Penfield beschriebenen, vollständig übereinstimmenden Stücken wurden zwei Analysen gemacht, eine von grossen, durchscheinenden und eine von kleinen, klaren, hell gefärbten Krystallen. Die in denselben eingelagerten, von Penfield schon angeführten Magnetite wurden nach dem Pulverisiren der Krystalle im Achatmörser mit dem Magneten entfernt. Dieselben rühren wahrscheinlich von Schuppen her, welche von den eisernen Werkzeugen, die beim Schmelzzustand im Röstprocess so oft gebraucht werden, abspringen.

	Grosse		Kleine Krystalle.	
SiO_2	17,11		18,51	
PbO	73,66		72,93	
Fe_2O_3*)	0,80		1,31	
Al^2O^3	0,53		0,62	
CaO	2,35		1,66	
MgO	0,22		0,20	
Cl	0,08	5.36	—	unbest.
Na_2O	2,22		—	
NiO	3,06		—	
	100,03		95,23	

Ref.: E. S. Dana.

30. J. W. Clarke und J. S. Diller (in Washington): **Türkis von Neu-Mexico** (Americ. Journ. Sc. Sept. 1886, **32**, 211). Die Türkisgruben zu Los Cerillos in Neu-Mexico waren bekanntlich Jahrhunderte lang in Thätigkeit (siehe Silliman, diese Zeitschr. **6**, 519). Der Türkis findet sich hier in seine Grundmasse eingebettet in Klümpchen, häufiger aber in Nähten oder Adern. Er schwankt in der Farbe in weiten Grenzen, vom reinsten Himmelblau durch alle möglichen Abstufungen von bläulichgrün und apfelgrün bis zu ganz dunkelgrüner Farbe, welche keine Spur blau mehr erkennen lässt. Die dunkelgrünen Klümpchen zeigen öfters alle Uebergänge bis zu beinahe weiss und gleichen im Innern, wie Blake beobachtete, in der Structur gewissen Malachitvarietäten. Manche Stücke sind verkittet oder gestreift durch Limonit, welcher aus dem begleitenden Pyrit entstanden ist, der selbst manchmal noch in hellen unveränderten Partien im reinen blauen Türkis eingeschlossen gefunden wird.

Zu den Analysen wurden drei Proben ausgesucht, welche möglichst gut den verschiedenen Typen dieses Minerals entsprechen.

A. Hellblau, in dünnen Splittern schwach durchsichtig.

B. Blassblau, mit einem geringen grünen Stich, undurchsichtig und von erdigem Glanz. Spec. Gew. 2,805. Blake giebt 2,426 — 2,651 für die grüne Varietät.

C. Dunkelgrün undurchsichtig.

	A.	B.	C.	Persien:	Californien:
H_2O	19,80	19,60	18,49	19,34	19,98
Al_2O_3	39,53	36,88	37,88	40,19	35,98
Fe_2O_3	—	2,40	4,07	—	2,99
FeO	—	—	—	2,21	—
P_2O_5	31,96	32,86	28,63	32,86	33,21
CuO	6,30	7,51	6,56	5,27	7,80
SiO_2	1,15	0,16	4,20	—	—
CaO	0,13	0,38	unbest.	—	—
MnO	—	—	—	0,36	—
	98,87	99,79	99,83	100,23	99,96

Zum Vergleich sind noch die Analysen anderer Fundorte beigesetzt, nämlich diejenigen der wohlbekannten persischen Varietät, spec. Gew. 2,75 von Church**)

*) Die Oxydationsstufe des Eisens wurde nicht bestimmt.

) Chem. News **10, 290; Dana's Mineralogy p. 581.

und die Analyse eines Türkis (spec. Gew. 2,798—2,815) pseudomorph nach Apatit von Taylor's Ranch, Fresno Co., Californien, von G. E. Moore*).

Diese Analysen stimmen, wenn wir hier diejenigen der grünen Varietät ausser Betracht lassen, in ihren Atomverhältnissen gut mit einander überein. Theilt man die Procente durch die betr. Molekulargewichte und zieht die Basen zusammen, so erhält man folgendes Verhältniss:

	Gesammtbasen:	P_2O_5	H_2O
Neu-Mexico A.	0,468	0,225	1,100
,, B.	0,479	0,231	1,089
Persien	0,492	0,231	1,075
Californien	0,470	0,234	1,110

Der Ueberschuss über das Verhältniss 1 : 2 von P_2O_5 zu den Basen erklärt sich durch die Annahme einer kleinen Menge beigemengten Limonits. Man kann den Türkis demnach betrachten als eine Mischung von

$$2Al_2O_3 . P_2O_5 . 5H_2O$$
$$2CuO . P_2O_5 . 4H_2O$$

und zwar für das californische Mineral im Verhältniss 4 : 1. Die blaue Farbe rührt von einer Beimengung von Kupferverbindungen her. Die Reinheit der Farbe bei den edlen Türkisen wird wahrscheinlich nur durch Kupfersalze hervorgebracht, während untergeordnete Farben durch Kupfer- und Eisensalze hervorgebracht werden.

An Dünnschliffen erkennt man bei gekreuzten Nicols, dass die tiefblauen und grünen Arten gebildet sind aus winzigen Körnchen oder kurzen dicken Fasern, letztere Structur ist namentlich in den helleren Varietäten mehr ausgesprochen. Die optischen Eigenschaften der Körnchen und Fasern sind aber durchaus dieselben; sie sind alle schwach doppeltbrechend, haben aber einen ziemlich hohen Brechungsexponent. Der feingekörnte Antheil zeigt eine schwach bläuliche Aggregatpolarisation, weniger stark wie der Chlorit; deutlich faserige Partien dagegen polarisiren ähnlich wie gewisse Serpentinvarietäten mit lichten Farben der ersten Ordnung. Die Fasern sind gewöhnlich etwas gebogen und verwoben, liegen aber doch annähernd parallel. Ihre Auslöschung ist parallel, woraus zu entnehmen ist, dass dieselben zu keinem geneigten System gehören. Man hat angenommen, dass der Türkis durch Zersetzung der Apatits entstanden sei, welcher ursprünglich die jezt von Türkis erfüllten Adern einnahm.

Diese Ansicht wird unterstützt durch die Thatsache, dass die Türkisfasern quer stehen zu der Richtung der Adern.

Das Gestein, in welchem der Türkis sich findet, ist ein feinkörniges, röthliches Feldspathgestein vom Ansehen eines Mikrogranits. Es enthält zahlreiche Theilchen von Biotit, Pyrit und hauptsächlich Quarz und Eisenoxyd.

Die Handstücke machen den Eindruck, als wenn dieselben zerdrückt worden wären und die dadurch entstandenen Spalten mit unregelmässigen Adern und Klümpchen angefüllt wurden. Die Adern sind klein und bestehen meist aus Türkis, in welchen kleine Schuppen von Biotit, Stückchen von Pyrit und einer bedeutenden Menge von Quarz und Eisenoxyd eingelagert sind.

Manche Stücke des Gesteins enthalten mehr blassblauen Türkis von erdiger Textur, sind aber dann vollständig kaolinisirt. Eine Analyse dieses Kaolins ergab:

*) v. Zepharovich und G. E. Moore, diese Zeitschr. **10**, 240.

H_2O	12,88
SiO_2	52,38
$Al_2O_3 + Fe_2O_3$	33,49
P_2O_5	—
MgO	1,17
CaO	Spur
	99,92

Das Gestein besteht hauptsächlich aus Feldspath, wahrscheinlich Orthoklas, welcher jetzt stark kaolinisirt ist, ferner aus ziemlich viel Glimmer, Epidot und als secundäres, aber innig mit dem Türkis vergesellschaftetes Product Pyrit und Limonit, sowie ein wenig einer amorphen Substanz.

Eine Analyse dieses Gesteins, welches Newberry und Silliman als ein Eruptivgestein, wahrscheinlich tertiären Alters, beschrieben haben, ergab:

H_2O	3,28
SiO_2	56,68
Al_2O_3	16,62
Fe_2O_3	6,50
P_2O_5	0,73
MgO	0,79
CaO	0,59
CuO	Spur
MnO	1,02
FeS_2	2,21
K_2O	11,18
Na_2O	1,03
	100,63

Ref.: E. S. Dana.

31. Mats Weibull (in Lund): **Ueber selenhaltigen Galenobismutit von der Falu-Grube** *) (Geol. Fören. Förhandl. Mai 1885, **7**, 657—666). Dieses Mineral wurde zum ersten Mal in dem Arbeitsraum »Nordpolen« beobachtet, in derjenigen Abtheilung der Grube, welche »de östra hårdmalmerna« genannt wird, d. h. in der Quarzpartie, die sich östlich von dem grossen Kiesstock der Falu-Grube befindet. Es tritt theils als stenglige krystallinische Partien, theils derb, theils als Anflug auf. Das Vorkommen dieses Minerals hat theilweise eine praktische Bedeutung erhalten, indem man constatirt hat, dass das gediegene Gold immer von diesem Mineral begleitet wird. Die folgenden Analysen sind an zwei krystallinischen Stücken ausgeführt, die in Kupferkies eingesprengt oder an demselben festgewachsen waren. Sie bildeten mehrere mit einander in der Längsrichtung festgewachsene Krystalllamellen. Indem Verf. die Blattebene als Basis auffasste, konnte er eine Anzahl Domenflächen gegen diese Form messen; die Messungen sind aber sehr schlecht und ein Axenverhältniss konnte ebenso wenig wie das Krystallsystem bestimmt werden.

Das Mineral scheint eine deuliche Spaltbarkeit zu besitzen. H. = 3. Dünne Blätter sind biegsam, aber kaum elastisch. Die Farbe ist rein stahlgrau, das Pulver etwas dunkler. Spec. Gewicht bei $+18^0 = 6,97$.

*) Bekanntlich entdeckte Berzelius 1817 das Selen eben in Bleikammerschlamm der Schwefelfabrik bei Gripsholm, welche ihren Schwefelkies von der Falu-Grube bezog.

	I.	II.
Bi	49,73	49,21
Pb	24,62	23,91
Cu	0,77	—
Fe	0,61	—
S	9,82	9,71
Se	13,61	(11,61)
	99,16	

Die niedrigeren Zahlen in II. beruhen darauf, dass sehr wenig Material zur Verfügung stand, und der kleine Selengehalt kommt davon her, dass die chlorwasserstoffsaure Lösung bis zum Eintrocknen eingedampft wurde, wobei sich Selen verflüchtigte. Aus diesen Analysen erhält man die Formel $PbS \cdot Bi_2S_3 + PbS \cdot Bi_2Se_3$, welche verlangt

Bi	50,88
Pb	25,08
S	9,69
Se	14,35

Das Mineral stimmt also in seiner Zusammensetzung am meisten mit dem von Hj. Sjögren beschriebenen Bleiwismuthglanze überein und ist deshalb wahrscheinlich mit diesem isomorph, es schliesst sich also der Gruppe der Sulfosalze von der Formel: RS, Q_2S_3 an, wo $R = Cu_2, Pb, Q_2 = Sb_2, Bi_2, As_2$ sein kann, und wo im vorliegenden Fall *S* theilweise durch *Se* ersetzt ist.

Ref.: C. Morton.

32. A. Sjögren (in Philipstad): **Ueber die Stellung des Spodiosit in dem Mineralsysteme** (Geol. Fören. Förhandl. Mai 1885, **7**, 666—669). In Folge der chemischen und theilweise krystallographischen Uebereinstimmung zwischen Spodiosit und Kjerulfin soll nach dem Verf. der Spodiosit vielleicht eine mit dem Kjerulfin isomorphe Verbindung sein, oder

$$\text{Kjerulfin} = Mg_2Fl \cdot PO_4$$
$$\text{Spodiosit} = Ca_2Fl \cdot PO_4.$$

Die Formen des Spodiosit wären, auf das Axenverhältniss des Kjerulfin bezogen, vielleicht: $\infty P(110)$, $\infty \bar{P}\infty(100)$, $-2P(221)$, $+2P(\bar{2}21)$, $4\bar{P}\infty(401)$?.

Ref.: C. Morton.

33. G. Lindström (in Stockholm): **Analyse eines Kupferminerals von Sunnerskog** (Ebenda, 678—680). Das Mineral ist dunkel-indigoblau, mit blauem Strich und schwachem Metallglanz. Zwei vom Verf. gemachte Analysen

	I.	II.
Kupfer	69,16	74,29
Schwefel	23,04	24,22
Eisenoxyd	0,74	0,10
Kalk u. a. Basen	—	0,59
Ungelöst	—	0,51
		99,71

führen auf folgende Formel:

$$Cu_3S_2 \quad \text{oder} \quad CuS + Cu_2S.$$

Ein Mineral, von Hahn analysirt und Carmenit genannt, hat dieselbe Zusammensetzung, wurde aber von Dana für einen unreinen, mit Kupferindig vermischten Kupferglanz gehalten. [Eine vom Ref. vorgenommene krystallographische Untersuchung gab als Resultat, dass das Mineral eine deutliche nebst mehreren unvollkommenen gegen jene senkrechte Spaltbarkeitsrichtungen besitzt. Das Mineral scheint sich demnach zu verhalten wie der Cupreïn Breithaupt's und ist vielleicht nur ein Gemisch von Kupferglanz mit Kupferindig. Ref.]

Ref.: C. Morton.

34. Derselbe: Ueber Phosphorsäuregehalt im Feldspath (Ebenda, Mai 1885, 681—684). Verf. theilt zwei Analysen von Feldspath von Tammela und Skogböle in Finland mit:

	I.	II.
SiO_2	67,25	67,53
P_2O_5	0,72	0,58
Al_2O_3	20,04	19,72
Fe_2O_3	0,13	0,31
MnO	Spur	0,07
CaO	0,50	0,61
MgO	Spur	0,07
Na_2O	10,64	10,37
K_2O	0,61	0,99
Glühverlust	0,27	0,26
	100,16	100,51

Dieselben weisen weiter nichts Bemerkenswerthes auf, als die vom Verf. gefundene Phosphorsäure. Dünnschliffe des analysirten Materials enthalten nach Prof. W. C. Brögger ein wenig Apatit; Verf. meint aber, dass die Phosphorsäure ausserdem in einer anderen schwieriger löslichen Verbindung vorhanden sein müsste.

Ref.: C. Morton.

35. A. E. Nordenskiöld (in Stockholm): **Mineralogische Beiträge. 8. Ueber Gearksutit von Ivigtut, Grönland** (Ebenda, Mai 1885, 684—689). Das Mineral wäre nach Verf. eine Neubildung, entstanden durch Einwirkung von kalkhaltigem See- oder Tag-Wasser auf die in den Klüften des Kryolithvorkommens circulirenden Wässer. Das Material war mit dem von Hagemann analysirten Gearksutit identisch. Eine Analyse von G. Lindström gab:

Aluminium	15,37	
Eisen	0,30	
Calcium	21,02	
Magnesium	0,16	
Natrium	1,06	
Kalium	0,23	
Fluor	41,81	(directe Best. 40,55)
Sauerstoff	4,82	
Chlor	0,20	
Wasser	15,03	
	100,00	

welche Zahlen denen von Cross und Hillebrand erhaltenen vollständig entsprechen. Der Gearksutit wäre also

$$Ca\,Fl_2 + \left\{ \begin{matrix} Al\,Fl_3 \\ Al\,(HO)_3 \end{matrix} \right\} + H_2O.$$

Verf. bemerkt übrigens, dass es ihm nicht gelungen sei, vollständig reines Analysenmaterial zu erhalten (vergl. P. Groth, diese Zeitschr. **7**, 481).

Ref.: C. Morton.

36. A. Sjögren (in Philipstad): **Sarkinit, ein neues Marganarseniat von Pajsberg** (Geol. Fören. Förhandl. November 1885, **7**, 724—726). Dieses Mineral kommt in Adern von weissem Kalkspath vor. Es hat hellfleischrothe Farbe und Fettglanz, daher der Name »Sarkinit« vom griechischen *σαρκινος*. H. = 4—5. Spec. Gew. = 4,14—4,15.

V. d. L. decrepitirt es, schmilzt aber bei vorsichtigem Blasen zu einer schwarzen, glänzenden, nicht magnetischen Kugel, giebt mit Soda eine bräunliche Masse, Arsengeruch und einen unbedeutenden Bleibeschlag und manchmal einen anderen flüchtigen Beschlag (von Antimon?). Im Glasrohre giebt es Wasser und wird braun, mit Flüssen giebt es die Reactionen des Mangans.

Das Mineral ist spröde, giebt ein helles, bleichrothes Pulver, mit einer Schattirung von rosenroth. Beim Erhitzen wird das Pulver zuerst grau, nachher schwarz und bei höherem Glühen dunkelschwarzbraun.

Spaltbarkeit in zwei Richtungen. Krystallsystem unbekannt (vielleicht monosymmetrisch?).

Mittel aus zwei Analysen vom Verf. und C. H. Lundström gaben:

Arsensäure	41,60
Phosphorsäure	0,21
Kohlensäure	0,76
Manganoxydul	51,60
Eisenoxydul	0,13
Calciumoxyd	1,40
Magnesiumoxyd	0,98
Bleioxyd	0,25
Wasser	3,06
In Säure unlöslich	0,38
	100,37

Ref.: C. Morton.

37. A. A. Lösch (in Petersburg): **Brucit von der Grube Nikolaje-Maximilianowski im Ural** (Ebenda, November 1885, 733—734). Das Mineral kommt mit Chlorit und Kalkspath, Perowskit und Forsterit, auch Waluewit vor. Spec. Gew. = 2,388.

Magnesiumoxyd	69,03	69,02
Eisenoxydul	0,76	0,61
Wasser	30,15	30,23
Kohlensäure	0,09	0,09
	100,03	99,95

Ref.: C. Morton.

38. G. Flink (in Stockholm): **Mineralogische Notizen** (Nyt Magasin f. Naturvidenskaberne. Kristiania. 1885, **29**, 300—305). Verf. erwähnt den Fund einiger interessanter Mineralien von Wermland (Schweden): Scheelit von der Friederichsberg Grube, Nordmarken; Krystalle von Berzeliit von Långban; ein neues reguläres Mangan-Eisenoxydmineral (Manganomagnetit) von Långban, Monimolit von Pajsberg. Ueber diese Mineralien nebst mehreren anderen von denselben Fundstätten hat Verf. nachträglich in den Verhandl. d. kgl. Schwed. Wissenschaft. Akademie zu Stockholm eine ausführlichere Beschreibung gegeben, welche noch nicht veröffentlicht ist, weshalb über dieselben erst später referirt werden soll.

Ref.: C. Morton.

39. L. J. Igelström (in Sunnemo): **Polyarsenit, ein neues Mineral von Sjögrufvan im Kirchspiel Grythytta, Amtsbezirk Örebro** (K. Sv. Vet. Acad. Handl. Öfversigt. 1885, No. 7). Das Mineral ist ein wasserhaltiges Manganoxydularseniat. Rothgelb und durchscheinend, derb; ohne sichtbare Spaltbarkeit oder Krystallflächen. Es kommt mit Hämatostibiit (ein Manganoxydulantimoniat) zusammen vor, auf Kalkspathadern in einer Jacobsit- oder Magnetit-haltigen Tephroitmasse. Polyarsenit giebt im Kolben unbedeutend Wasser ab, schmilzt leicht auf der Kohle zu einer schwarzen, nicht magnetischen Kugel, giebt auf der Kohle mit Soda im Reductionsfeuer Antimonrauch und riecht nach Arsen. Ist in Salzsäure und Salpetersäure leicht löslich zu einer schwach gelben Lösung. Sp. Gewicht = 4,085. Die Analyse von H. G. Söderbaum gab:

	I.	II.
H_2O	[3,15]	[3,15]
CO_2	[3,51]	[3,51]
As_2O_5	39,23	38,86
Sb_2O_5	1,37	1,04
MnO	49,88	50,47
FeO	Spur	Spur
CaO	2,85	2,92
MgO	0,77	0,73
	100,76	100,68

dies entspricht der Formel:

$$(MnO)_4 As_2 O_5 + H_2O.$$

Mit früher gefundenen Arseniaten verglichen hat der Polyarsenit einen grösseren Gehalt an Arsensäure und kleineren Wassergehalt, nähert sich aber mehr als diese dem wasserfreien Arseniat Berzeliit. Nach Verf. sollten vielleicht alle die wasserhaltigen Arseniate spätere Bildungen sein, da sie in offenen Spalten oder in Drusen abgesetzt sind.

Ref.: C. Morton.

40. F. J. Wiik (in Helsingfors): **Mineralogische und petrographische Mittheilungen** (Min. och pet. meddelanden. **10.** No. 44—45. Finska Vet. Soc. Förhandl. 1885. 27. 44 Untersuchung anomaler Beryll- und Topaskrystalle vom Ural S. 1—12). Zur Vervollständigung der Beobachtungen Verfs. über anomale Barytkrystalle (Min. Mitth. **9,** 36, diese Zeitschrift **11,** 311) theilt Verf. hier ähnliche Erscheinungen bei Beryll und Topas mit. Beryllkrystalle vom Ural. Zwei mit einander zusammengewachsene Krystalle zeigen die Comb. ∞P, P, $2P2$

und $0P$, nebst spitzen dihexagonalen Pyramiden in der Zone $[\infty P . 2P2]$. Diese Pyramiden werden vom Verf. als Vicinalflächen angesehen und als Grund hiervon giebt Verf. eine Serie Winkelmessungen an, betreffend welcher auf die Originalabhandlung hingewiesen wird. Als Ursache des Entstehens dieser Vicinalflächen sowie der Aetzfiguren auf den Prismenflächen nimmt Verf. die Wirkung eines ätzenden Mittels, wahrscheinlich Flusssäure, an. Den Umstand, dass gewisse Flächen angegriffen werden, während andere, wie die Pyramidenflächen, hierbei nicht angegriffen sind, bringt Verf. in Verbindung mit der von ihm angenommenen Vertheilung der Elementaratome innerhalb der Moleküle. Bei Beryll sollten folglich den Prismennormalen die Atome von *Be*, und den Normalen der Pyramide resp. der Basis die Atome von *Si* und *Al* entsprechen, welche Ansicht Verf. auch in der chemischen Constitution, ausgedrückt durch die Formel $Be_3\,Al_2\,Si_6\,O_{18}$, bestätigt findet, indem man, wenn diese Formel verdoppelt wird, hinsichtlich der Anzahl eine Uebereinstimmung zwischen den *Be*-Atomen und den Prismenflächen, denen von *Si* und den Protopyramiden, endlich den zwei Doppelatomen Al_2 und den beiden Flächen der Basis findet. Auch in dem quantitativen Verhalten zwischen den Normalen der Prismen- und Pyramidenflächen nebst den entsprechenden Dynamiden von *Be* und *Si* sieht Verf. einen Grund für die Annahme einer solchen Atomvertheilung innerhalb der Beryllmoleküle.

Ein blassgrüner Beryllkrystall von Mursinsk zeigte grössere und deutlichere Aetzfiguren als die oben genannten. Dieselben erscheinen auf den Prismenflächen als sehr grosse rectanguläre Vertiefungen, mit einer langgestreckten Form in der Richtung der Hauptaxe, im Gegensatz zu denen bei den vorerwähnten Krystallen, welche in einer gegen dieselbe normalen Richtung ausgezogen waren. Da diese Aetzfiguren scheinbar eine rhombische, von Prisma und Pseudodomaflächen begrenzte Form haben, so könne man sich denken, dass der Beryllkrystall von zwei rhombischen Krystallen mit 60^0 resp. 120^0 Winkel gebildet wäre. Zu diesem Schlusse kommt man auch bei der Betrachtung prismatischer Krystalle von Mursinsk mit basischer Abstumpfung unter dem Mikroskope im convergent polarisirten Lichte. Man sieht dann eine Structur, welche an mehrere andere zwillingsartig zusammengesetzte pseudohexagonale Substanzen erinnert, indem optisch zweiaxige Interferenzcurven erscheinen mit Winkeln der optischen Axen von 10^0—20^0, deren Axenebene gegen die Prismenflächen gekehrt ist, also drei Richtungen entspricht. Diese optische Anomalie zeigt, meint Verf., dass diese Beryllkrystalle hinsichtlich ihrer inneren Structur in ihrem jetzigen Zustande nicht hexagonale, sondern rhombische Zwillingsbildungen sind. Verf. meint ferner, dass diese Anomalie beim Beryll auf einer Dimorphie beruhe, vermöge welcher die bei höherer Temperatur gebildeten hexagonalen Krystalle beim Abnehmen der Temperatur in die rhombische Modification übergegangen wären. Das Beryllmolekül soll dreien Partialmolekülen von rhombischer Symmetrie entsprechen, welche bei einer gewissen höheren Temperatur einen Complex von einem höheren Symmetriegrade mit einander bilden.

Topaskrystalle vom Ural (Miask). Diese Krystalle lassen ebenfalls oft die Einwirkung eines Aetzmittels erkennen. Die Einwirkung desselben zeigt sich jedoch nicht als Vertiefungen, sondern als kleine Erhöhungen, analog denjenigen auf den Spaltflächen der Zinkblende. (Vergl. Becke, Aetzversuche an der Zinkblende, diese Zeitschr. **11**, 54.)

Epidot von Pargas. Ein hellgelb oder schwach gelbgrün gefärbter Epidot in langgestreckten, undeutlichen, zu radial strahligen Aggregaten verwachsenen Krystallen, mit Amphodelit und Skapolith vergesellschaftet, gab bei der Analyse:

SiO_2	37,92
Al_2O_3	27,90
Fe_2O_3	9,10
CaO	22.81
H_2O	2,02
	99.75

Sp. Gewicht = 3,3. Ref.: C. Morton.

41. C. Morton (in Stockholm): **Krystallographische Untersuchungen von Verbindungen seltener Erdmetalle** (aus Mittheilungen von der Hochschule zu Stockholm. Öfversigt af K. Sv. Vet. Akad. Handl. No. 6, 1885, 189—199).

Didymäthylsulfat.

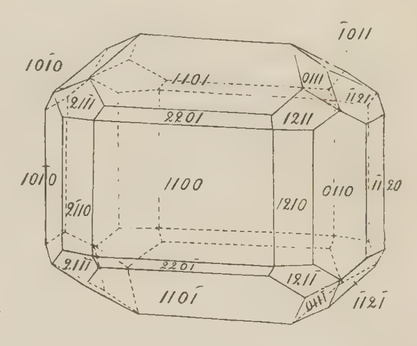
$Di, 3C_2H_5, 3SO_4 + 9H_2O$.

Spec. Gew. 1,863.

Dargestellt von Prof. P. T. Cleve (Nova Acta Reg. Soc. Sc. Ups. Ser. III).

Krystallsystem: Hexagonal.

$a : c = 1 : 0,5084$.



Beobachtete Formen: $\infty P(10\bar{1}0)$, $\infty P2(11\bar{2}0)$, $2P(20\bar{2}1)$, $P(10\bar{1}1)$, $2P2(11\bar{2}1)$*). Tafelförmig nach ∞P. Rosenroth. Spaltbarkeit nach ∞P. Dieses Salz ist schon früher von Topsöe**) bestimmt worden. Optisch negativ.

	Gemessen:	Topsöe:	Berechnet:
$\infty P : P =$	59° 35′	59° 28′ — 59° 48′	59° 35′
	59 39		
	59 31		
	59 37		
	59 35½		
$\infty P : 2P =$	40 30	—	40 25
	40 24		
	40 20		
$\infty P2 : 2P2 =$	44 35	44 28 — 44 52	44 31
	44 32		
	44 32½		

Didymsulfat.

$Di_2 3SO_4 + 8H_2O$. Spec. Gew. = 2,829 (P. T. Cleve).

Schon früher mehrfach untersucht.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

---

*) Die beistehende Figur ist, wie die folgenden, ein Abdruck derjenigen der Originalabhandlung und enthält Symbole nach der in dieser Zeitschrift nicht gebräuchlichen Weise von Bravais. Die Red.

**) In Alfén, Aethylschwefelsaure Salze. Öfversigt. af K. Sv. Vet.-Akad. Förhandl. 1880, No. 8, 45.

$$a : b : c = 2,9686 : 1 : 2,0065 \text{ (Marignac)*)}$$
$$\beta = 61^0 52'.$$

Die gemessenen Winkelwerthe stimmen fast vollständig mit den schon früher erhaltenen (Marignac) überein. Der einzige Winkel, welcher ein wenig mehr abweicht, ist der für β, welcher vom Verf. zu $62^0 1'$ und $62^0 2'$ gemessen wurde und folglich ganz dem von Rammelsberg**) für Kadmiumsulfat bestimmten entspricht.

Didymseleniat.

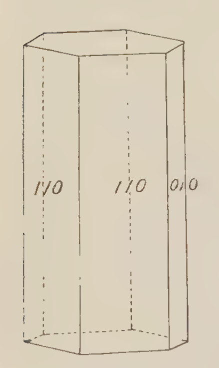
$Di_2 3Se O_4 + 5H_2 O$. Spec. Gew. = 3,681 (P. T. Cleve).

Krystallsystem: Rhombisch (?).

$$a : b : c = 0,69242 : 1 : ?.$$

Die Krystalle sind rosenroth, säulenförmig nach der c-Axe. Da die Krystalle mit dem einen Ende festgewachsen sind und an dem anderen eine sehr runde Fläche zeigen, so ist nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ob das Salz rhombisch oder monosymmetrisch ist. Dasselbe muss jedoch, insofern es nicht rhombisch ist, dem rhombischen Systeme sehr nahe stehen, weil die Krystalle bei mikroskopischer Untersuchung im Längsschnitte vollkommene Auslöschung parallel mit der Verticalaxe und im Querschnitte parallel mit der Nebenaxe besitzen. Die Ebene der optischen Axen ist dem Brachypinakoid parallel.

Beobachtete Formen: $\infty P(110)$, $\infty \breve{P} \infty (010)$.

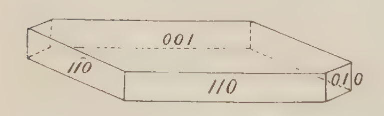


	Gemessen:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0)$ =	$69^0 24'$	
	69 0	
	69 55	$69^0 24'$
	69 15	
	68 44	
$(110):(010)$ =	54 52	
	56 2	55 18
	55 3	

Dieses Salz ist früher von Topsöe***) als monosymmetrisch und isomorph mit den entsprechenden Sulfaten und Seleniaten bestimmt, jedoch hatte das von ihm bestimmte Salz $8H_2 O$, das vorliegende dagegen $5H_2 O$.

Didymcarbonat.

$Di_2 3CO_3 + 8H_2 O$. Spec. Gew. = 2,861 (P. T. Cleve).



Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,95617 : 1 : ?.$$

Beobachtete Formen: $\infty P(110)$, $0P(001)$, $\infty \breve{P} \infty (010)$.

Nach L. Smith's Analyse (private Mittheilung von Prof. P. T. Cleve) des Lanthanit ist dieses Salz in chemischer Hinsicht vollständig mit demselben übereinstimmend.

*) Marignac, Recherch. 35; Ann. Chem. Phys. [3], **27**, 227.
) Rammelsberg: Handbuch der physik. Chemie, **1, 440.
***) Topsöe, Bihang till K. Sv. Vet. Akad. Handl. **2**, No. 5, 28, 31.

Die Formel des Lanthanit soll nach dieser Analyse sein:

$$La_2\,3CO_3 + 8H_2O.$$

Nach Verf. ist Didymcarbonat auch in krystallographischer Hinsicht mit Lanthanit isomorph. Die Krystalle desselben sind, wie die von Lanthanit, kleine hellrothe Tafeln nach $0P$, auf den Seiten vom Prisma ∞P und Pinakoid $\infty\breve{P}\infty$ begrenzt. Beim Lanthanit kommen aussserdem Flächen der Pyramide P vor, welche vom Verf. beim Didymcarbonat nicht bemerkt werden konnten.

Die Winkel, welche für Didymcarbonat bestimmt wurden, waren:

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(̄110) =	92° 10′	
	92 34	* 92° 34′
	91 24	
	92 45	

Entsprechender Winkel für Lanthanit: 92° 46′.

Das Axenverhältniss ist für Didymcarbonat: $a:b:c = 0{,}95617:1:?$, für Lanthanit: $a:b:c = 0{,}9528:1:0{,}9518$.

Ausserdem sind diese Salze auch in optischer Hinsicht einander ähnlich, indem die Ebene der optischen Axen für beide parallel $\infty\bar{P}\infty$ ist. Eine von den Mittellinien der optischen Axen tritt auf der Basis aus und der Axenwinkel scheint für beide derselbe zu sein.

Ammoniumdidymseleniat.

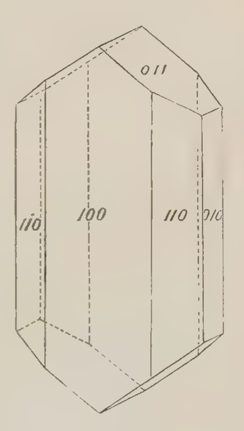
$Di, NH_4, 2SeO_4 + 5H_2O$. Spec. Gew. = 2,959 (P. T. Cleve).

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 0{,}8878:1:0{,}7111.$$

Beobachtete Formen: $\infty P(110)$, $\infty\bar{P}\infty(100)$, $\infty\breve{P}\infty(010)$, $\breve{P}\infty(011)$.

Die Krystalle sind rosenroth und säulenförmig nach der Verticalaxe. Spaltbarkeit nach $0P$.



	Gemessen:	Berechnet:
(110):(010) =	48° 22′	
(̄110):(010) =	48 28	48° 24′
(̄1̄10):(0̄10) =	48 25	
(̄110):(100) =	41 35	
(1̄10):(100) =	41 36	41 38
(110):(100) =	41 38	
(1̄10):(110) =	83 13	83 12
(110):(̄110) =	96 48	96 48
(0̄11):(011) =	70 53	70 50
(0̄10):(0̄11) =	54 35	54 35

Kaliumdidymseleniat.

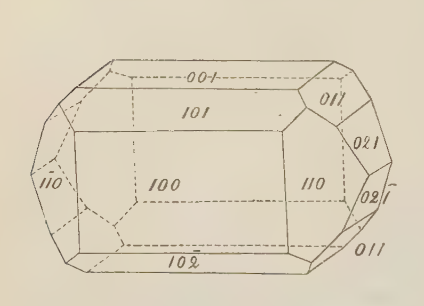
$DiK, 2SeO_4 + 5H_2O$. Spec. Gew. = 3,176 (P. T. Cleve).

Krytallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,84906 : 1 : 1,12531$$
$$\beta = 88^0\,20'.$$

Beobachtete Formen: $0P(001)$, $\infty P(110)$, $\infty \bar{P}\infty(100)$, $-\bar{P}\infty(101)$, $+\frac{1}{2}\bar{P}\infty(\bar{1}02)$, $\mathcal{R}\infty(011)$, $2\mathcal{R}\infty(021)$.

Die Krystalle sind rosenroth und nach der Orthodiagonale verlängert. Die Flächen in der klinodiagonalen Zone sind stark gestreift. Die optische Axenebene ist senkrecht gegen $\infty\mathcal{R}\infty$ und beinahe senkrecht gegen $\bar{P}\infty$.



	Gemessen:	Berechnet:
$(100):(110)$	$= 40^0 19'$	$40^0 19'$
$(100):(1\bar{1}0)$	$= 40\ 21$	
$(110):(\bar{1}10)$	$= 99\ 27$	$99\ 27$
$(001):(101)$	$= 51\ 54$	$51\ 54$
$(101):(100)$	$= 36\ 26$	$36\ 26$
	$36\ 23$	
$(100):(10\bar{2})$	$= 57\ 30$	$57\ 36$
$(10\bar{2}):(00\bar{1})$	$= 33\ 58$	$33\ 59$
$(00\bar{1}):(02\bar{1})$	$= 66\ 25$	$66\ \ 2$
$(001):(021)$	$= 66\ \ 3$	
$(001):(011)$	$= 48\ 19$	$48\ 21$
$(00\bar{1}):(01\bar{1})$	$= 48\ 23$	

Ammoniumdidymsulfat.

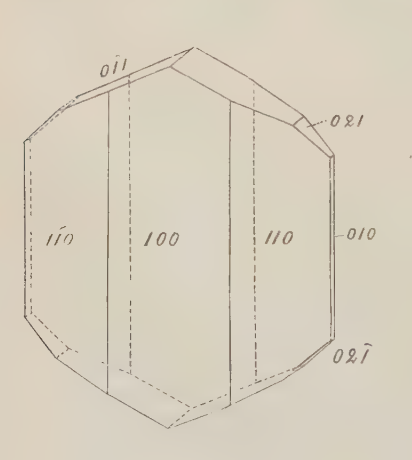
$Di, NH_4, 2SO_4 + 4H_2O$. Spec. Gew. = 3,080 (P. T. Cleve).

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0.3417 : 1 : 0,4617$$
$$\beta = 84^0\,31'\,56''.$$

Beobachtete Formen: $\infty P(110)$, $\infty\mathcal{R}\infty(010)$, $\infty\bar{P}\infty(100)$, $\mathcal{R}\infty(011)$, $2\mathcal{R}\infty(021)$.

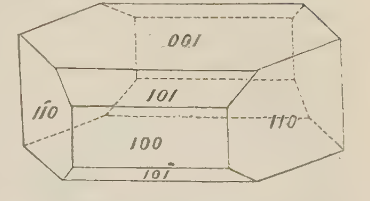
Die Krystalle sind hellrosenroth, tafelförmig nach $\infty\bar{P}\infty$. Die Flächen in der Prismenzone sind gestreift. Spaltbarkeit nach $\infty\mathcal{R}\infty$. Die optische Axenebene scheint senkrecht gegen $\infty\mathcal{R}\infty$ und beinahe senkrecht gegen $\infty\bar{P}\infty$ zu sein.



	Gemessen:	Berechnet:
$(010):(110)$	$= 71^0 14'$	$71^0 12'$
	$71\ 35$	
$(110):(1\bar{1}0)$	$= 37\ 34$	$37\ 34$
	$37\ 43$	
	$37\ 36$	
	$37\ 47$	
	$37\ \ 5$	
	$37\ 21$	
$(110):(\bar{1}10)$	$= 142\ 16$	$142\ 26$
$(011):(010)$	$= 65\ 19$	$65\ 19$
$(011):(021)$	$= 17\ 50$	$17\ 34$
$(011):(0\bar{1}1)$	$= 49\ 32$	$49\ 22$
	$49\ 29$	
$(011):(100)$	$= 94\ 58$	$94\ 58$
	$94\ 53$	

Didympropionat.

$Di, 3C_3H_5O_2 + 3H_2O$. Spec. Gew. = 1,741 (P. T. Cleve).



Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,3254 : 1 : 1,0642$
$\beta = 76^0 53'$.

Beobachtete Formen: $\infty P(110)$, $\infty P\infty (100)$, $+P\infty(\bar{1}01)$, $-P\infty(101)$, $0P(001)$.

Die Krystalle sind rosenroth und feine nach der Orthodiagonale gestreckte Nadeln. Die Flächen in der orthodiagonalen Zone sind stark gestreift. Die Krystalle besitzen eine ausgezeichnete Spaltbarkeit nach $0P$, vielleicht auch nach $\infty P\infty$.

	Gemessen:	Berechnet:
(110):(100) =	52° 14′	
	52 23	52° 14′
	52 43	
	51 54	
(101):(001) =	33 48	33 29
	33 4	
(101):(100) =	43 24	
	43 36	43 24
	43 17	
($\bar{1}$01):(001) =	46 54	
	45 24	44 39
	43 54	
($\bar{1}$01):($\bar{1}$00) =	56 4	58 37
	59 24	
(100):(001) =	76 53	76 53
	76 51	
(110):(001) =	82 15	82 1
	82 48	
($\bar{1}\bar{1}$0):(001) =	97 15	97 59
	97 40	

Ref.: C. Morton.

42. W. Ramsay (in Stockholm): **Ueber das Verhalten des Milarits beim Erhitzen** (aus Mitth. von der Hochschule Stockholms. Öfvers. af Kgl. Sv. Vet. kad. Förh. No. 9, 1885, 29—35). Durch die Untersuchungen des Verf. wurde eine weitere Stütze für die von Rinne (s. Ausz. Nr. 55) aufgestellte Ansicht über das Krystallsystem des Milarit erhalten. Bei der Messung des Winkels zwischen zwei Prismenflächen wurde beobachtet, dass die Winkel constant etwas über oder unter 60° waren, jedoch konnte irgend eine Regelmässigkeit in der Anordnung derselben beim Vergleich zweier Krystalle nicht gefunden werden.

Die Flächen von $\infty P2$ waren runzlig gestreift parallel der Längsrichtung, die von ∞P zeigen theilweise dasselbe Aussehen, waren aber auch gerundet und auswärts gebogen. Um zu erforschen, ob diese Verhältnisse vielleicht davon herrühren, dass irgend eine Zusammenziehung beim Abkühlen der Krystalle von einer höheren Temperatur stattgefunden habe, machte der Verf. Versuche

mit Erhitzung eines Krystalles unter dem Mikroskope. Obschon die Krystalle ca. 5 Minuten lang zu schwacher Rothgluth erhitzt wurden, konnte keine Veränderung der Flächenbeschaffenheit wahrgenommen werden. Nach dem Abkühlen war der Krystall weiss und undurchsichtig geworden. Durch eine optische Untersuchung von dünngeschliffenen Platten parallel und senkrecht zur Prismenzone erhielt Verf. ein besseres Resultat. Platten parallel $0P$ zeigten sich zwischen gekreuzten Nicols in mehrere einfach oder doppeltbrechende Felder mit ungleichwerthigen Auslösschungsrichtungen getheilt. Die gewöhnlich beobachteten sechs peripherischen Felder waren aus Lamellen parallel $\infty P2 : 0P$ zusammengesetzt. Die Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols war für die verschiedenen Lamellen ungleich. Innerhalb der sechs äusseren Felder befand sich ein hexagonales Mittelfeld von mehreren doppeltbrechenden Theilen umgeben. In den meisten Fällen ist auch dieses Mittelfeld in doppeltbrechende Partien getheilt. In einem Falle zeigte dieses innere Feld eine bemerkenswerthe Theilung. Zwischen gekreuzten Nicols in parallelem polarisirten Lichte war das ganze Feld hell ausser einem schwarzen Kreuze. Die Arme dieses Kreuzes waren parallel mit den Schwingungsrichtungen der Nicols. Verf. erklärt dies so, dass die Mittelpartie des Krystalles vielleicht aus zahlreichen, vom Centrum radial ausgehenden doppeltbrechenden keilförmigen Partien zusammengesetzt sei, die parallel mit der Auslöschungsrichtung gestreckt seien, ungefähr dem Verhalten von Sphärolithbildungen gleichend.

Dünnschliffe parallel $\infty P2$ erscheinen zwischen gekreuzten Nicols in ein Mittelfeld und zwei Seitenfelder getheilt, welche sich von einander durch ungleich starke Doppelbrechung unterscheiden. Die Dünnschliffe zeigen sich faserig parallel der c-Axe und spaltbar parallel $0P$, ausserdem werden sie von Spalten in zwei Richtungen durchzogen, die 50^0 gegen die äusseren Kanten geneigt sind.

Eine Platte parallel $0P$ konnte bis zur schwachen Rothgluth erhitzt werden, ehe sie irgend eine Veränderung zeigte. Der innere Theil der Platte war nun einaxig oder beinahe einaxig geworden und bildete ein Sechseck mit Seiten parallel ∞P. Von den Ecken dieses Mittelfeldes gingen senkrecht gegen die Mitte der von $\infty P2$ gebildeten Aussenseiten breite doppeltbrechende Streifen, aus Lamellen parallel ∞P bestehend und parallel dieser Richtung auslöschend. Die durch diese Streifen getrennten Eckfelder waren wie die Mittelpartie einfachbrechend. Dieses Aussehen behielt jedoch die Platte nicht lange, sondern nach und nach bildeten sich zahlreiche doppeltbrechende Partien. Für weitere Beobachtungen wurde ein ganzer Krystall zur Rothgluth erhitzt und wurden nachträglich Schliffe aus demselben angefertigt.

Platten parallel $0P$ zeigten schmale, hellere Streifen oder Bänder von durchsichtigen Lamellen, die von der Mitte ausgehend, senkrecht gegen die äusseren Seiten verliefen. Solche Streifen erstreckten sich durch die Präparate in drei Richtungen, mit einander 60^0 und mit den Krystallkanten 90^0 bildend. Die gewöhnliche, bei nicht erhitzten Krystallen auftretende Feldertheilung war verschwunden. Zwischen gekreuzten Nicols blieben solche Platten dunkel bei einer ganzen Umdrehung. Nur bei den schmalen hellen Streifen, die vom Centrum der Platte ausgingen, konnte eine schwache Doppelbrechung wahrgenommen werden. Präparate parallel $\infty P2$ zeigten erhitzt ebenfalls ein von nicht erhitzten deutlich verschiedenes Aussehen. Die schieflaufenden Spalten waren verschwunden und die deutliche Eintheilung in Felder hatte aufgehört.

Die Veränderungen, die der Milarit bei der Erhitzung erfährt, scheinen die

Ansicht Rinne's über das Krystallsystem desselben ausser Zweifel zu setzen. Die Einaxigkeit, die der Milarit beim Erhitzen annimmt, ist ein genügender Beweis für den hexagonalen Charakter desselben. Dass diese Einaxigkeit nicht vollständig ist, hängt wohl davon ab, dass der Krystall bei der Abkühlung sich wieder ungleichmässig zusammenzieht, was neue Spannungserscheinungen zur Folge hat.

Ref.: C. Morton.

43. Fr. Eichstädt (in Stockholm): **Ueber das Krystallsystem und die krystallopraphischen Constanten des Gadolinit** (aus »Mitth. von der Hochschule Stockholms«. Bihang till Kgl. Sv. Vet. Akad. Förhandl. **10,** No. 18). Die vorliegende Untersuchung wurde im mineralogischem Institut der Hochschule Stockholms ausgeführt, an einem von Prof. W. C. Brögger für dieselbe erworbenen reichhaltigen Material von gut messbaren Gadolinitkrystallen, wahrscheinlich das beste, welches überhaupt existirt. Durch dieses gute Material ist es dem Verf. gelungen, das Krystallsystem des Gadolinit mit vollständiger Sicherheit zu bestimmen.

Aus den folgenden Winkelwerthen

$$(001):(100) = 89^0\,26'\,30''$$
$$(110):(\bar{1}10) = 115\;\;48\;\;20$$
$$(001):(011) = 52\;\;53\;\;0$$

hat Verf. das Axenverhältniss berechnet zu

$$a:b:c: = 0,62726:1:1,32149$$
$$\beta = 89^0\,26'\,30''.$$

Die Resultate der an zwölf verschiedenen Krystallen vorgenommenen Messungen sind in der folgenden Tabelle zusammengestellt:

	Berechnet:	Beobachtet: Mittel:	Grenzwerthe:	Zahl:
$(001):(100) =$	—	*89⁰26½′	89⁰23′ — 89⁰32½′	6
$(102):(001) =$	46⁰11½′	46 10	46 6 — 46 14½	2
$(\bar{1}02):(001) =$	46 47	46 48	46 45 — 46 51	2
$(\bar{1}12):(001) =$	51 29	51 27	51 7 — 51 47	8
$(111):(001) =$	67 41½	67 41	67 27 — 67 53	17
$(\bar{1}11):(001) =$	68 30	68 28½	68 16 — 68 46	10
$(110):(001) =$	89 31½	89 30½	89 21 — 89 45	12
$(\bar{1}12):(\bar{1}11) =$	17 1½	17 3½	17 2 — 17 7	3
$(111):(110) =$	21 50½	21 51½	21 45 — 22 0	10
$(\bar{1}11):(\bar{1}10) =$	21 58½	22 2	21 47½ — 22 17	8
$(012):(001) =$	33 27	33 30	33 18½ — 33 42	14
$(011):(001) =$	—	*52 53	52 44 — 53 3	16
$(111):(1\bar{1}1) =$	58 53½	58 50	58 44 — 58 58	7
$(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) =$	59 16	59 23½	59 6 — 59 38	9
$(\bar{1}11):(\bar{1}21) =$	18 50	18 51	17 34 — 21 9	4
$(111):(\bar{1}11) =$	103 37½	103 24½	103 10 — 103 41	9
$(111):(011) =$	51 41	51 35½	51 24½ — 51 45½	7
$(\bar{1}11):(011) =$	51 56½	51 59	51 54½ — 52 4	7
$(110):(1\bar{1}0) =$	—	*64 11⅔	63 53½ — 64 25	12
$(120):(\bar{1}20) =$	77 7	76 53	76 52 — 76 54	2
$(120):(110) =$	19 21	19 33	19 9½ — 20 1½	4

Ausser den in der Tabelle aufgenommenen Formen erwähnt Verf. noch 11 andere, die vereinzelt und schlecht ausgebildet waren, so dass sämmtliche vom Verf. beobachtete Formen folgende 23 sind:

Pinakoide	$0P(001)$	Pyramiden	$-P(111)$
	$\infty\bar{P}\infty(100)$		$P(\bar{1}11)$
	$\infty\breve{P}\infty(010)$		$\frac{3}{4}P(\bar{3}34)$*
Orthodomen	$-\frac{1}{2}\bar{P}\infty(102)$		$\frac{1}{2}P(\bar{1}12)$
	$\frac{1}{2}\bar{P}\infty(\bar{1}02)$		$\frac{2}{5}P(\bar{2}25)$*
Klinodomen	$\frac{1}{2}\breve{P}\infty(012)$		$-\frac{2}{5}P(225)$
	$\breve{P}\infty(011)$		$-\frac{1}{3}P(113)$
	$2\breve{P}\infty(021)$		$\frac{1}{4}P(\bar{1}14)$*
Prismen	$\infty P(110)$		$-\frac{1}{5}P(115)$*
	$\infty\breve{P}2(120)$		$-\frac{1}{10}P(1.1.10)$
			$2\breve{P}2(\bar{1}21)$
			$\breve{P}2(\bar{1}22)$
			$-2\breve{P}\frac{5}{4}?(8.10.5)$.

Von diesen sind die folgenden neu:

$\infty\breve{P}\infty(010)$, $\frac{3}{4}P(\bar{3}34)$*), $-\frac{1}{3}P(113)$, $\frac{1}{4}P(\bar{1}14)$*), $-\frac{1}{5}P(115$*), $-\frac{1}{10}(1.1.10)$, $\frac{2}{5}P\infty(\bar{2}25)$*), $-\frac{2}{5}P(225)$, $\breve{P}2(\bar{1}22)$, $-2\breve{P}\frac{5}{4}(8.10.5)$.

Dagegen erwähnte **Sjögren** noch folgende Formen:

$-\frac{1}{2}P(112)$, $-2\breve{P}2(121)$, $\frac{2}{3}\breve{P}2(\bar{1}23)$, $-3\breve{P}\frac{3}{2}(231)$, $-3\bar{P}\frac{3}{2}(321)$, $\frac{3}{2}\breve{P}\infty(023)$, $\frac{1}{3}\breve{P}\infty(013)$, $\frac{1}{4}\breve{P}\infty(014)$, $\bar{P}\infty(\bar{1}01)$.

Betreffs der beiden Formen $-\frac{1}{2}P$ und $-2\breve{P}2$ sagt der Verf., dass diese höchstwahrscheinlich nicht vorhanden sind und ihre Beobachtung auf einem Irrthum zu beruhen scheint.

Um die Lage der optischen Elasticitätsaxen zu bestimmen, wurden drei Schliffe parallel der Symmetrieebene gemacht. Diese zeigten sich bei mikroskopischer Untersuchung aus zwei Partien bestehend: eine braungelbe und eine grüne mit abweichender Auslöschung.

Für den Winkel der Schwingungsrichtung gegen die Verticalaxe wurden in vier Platten (die eine war **Brögger's** Originalplatte**) gefunden:

	Bräunlichgelbe Masse:	Grüne Masse:
1. Platte	13° 0′	—
2. -	13 5	9°
3. -	12 5	7.5
4. -	13 3	8

Die spitze Bisectrix bildet demnach etwa 13° mit der c-Axe für die bräunlichgelbe Substanz und für die grüne etwa 4°,5 weniger, oder 8°—8°,5. Die Abweichung ist in dem Sinne, dass der stumpfe Axenwinkel von der Bisectrix getheilt wird. Die grünen Flecken zeigen keinen merkbaren Pleochroismus, für die braungelben Massen dagegen ist dieser ganz deutlich. Der parallel c schwingende Strahl ist bräunlichgelb, der parallel a schwingende gelblichbraun mit einem Strich in's Rothe. Die Lichtabsorption ist $a = b > c$. Die Messungen des optischen Axenwinkels ergaben im Natriumlicht in Mohnöl annähernd:

*) Die mit einem Stern bezeichneten Formen kommen an einem so schlecht entwickelten Krystalle vor, dass der Sinn der Axenschiefe und somit das Zeichen der in Rede stehenden Formen nicht mit Sicherheit bestimmt werden konnte.

**) Diese Zeitschr. 8, 655.

$$2H_o = 118^0 20'$$
$$2H_a = 105\ \ 0$$
$$2V_a = \ \ 85\ \ 28$$

Der optische Charakter ist positiv.

Ref.: C. Morton.

44. H. v. Foullon (in Wien): **Ueber einen neuen Anbruch von krystallisirtem Schwefel bei Truskawiec in Galizien** (Verhandl. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien, 1885, 146). In dem aufgelassenen Bergbau bei Truskawiec, wo im Anfange dieses Jahrhunderts Bleiglanz abgebaut wurde, kommt neben diesem Schwefel und Zinkblende vor; gelegentlich eines neuen Abbaues behufs Gewinnung von Erdwachs, am Gehänge »Pomierki«, wurden neue Schwefelstufen gewonnen und vom Verf. untersucht.

Der Schwefel kommt auf Adern und Hohlräumen in einem graubraunen Kalk, theils als Ausfüllung, theils in aufgewachsenen Krystallen vor. Von den letzteren, in der Grösse zwischen 2 mm und $1\frac{1}{2}$ cm schwankend, lassen sich drei Generationen unterscheiden: 1) eine älteste, leberbraune bis schwarze Krystalle, vorwaltend die Grundpyramide, (113) und (101) sehr klein entwickelt, 2) orangegelb mit leberbraunen Flecken. Formen: $c(001)$, $n(101)$, $p(111)$, $s(113)$; c stets vorhanden, s und n breiter.

	Berechnet (Brezina):	Gemessen (Foullon):
$c:n$ =	62° 14′ 53″	62° 18′
$c:p$ =	71 39 58	71 35
$c:s$ =	45 10 8	45 8

Die dritte Generation ist schwefelgelb, c bedeutend entwickelt, die Krystalle sind nach der $\dot{c}$-Axe säulenförmig.

	Berechnet (Brezina):	Gemessen (Foullon):
$c:n$ =	62° 14′ 53″	62° 15′
$n:n$ =	55 30 14	55 24
$c:p$ =	71 39 58	71 23
$p:p$ =	36 40 4	36 36
$c:s$ =	45 10 8	45 19
$s:p$ =	26 29 50	26 28

Neben Schwefel kommt häufig Aragonit in tafelförmigen Zwillingen nach dem Herrengrunder Typus und grossblättriger Gyps vor.

Ref.: E. Hussak.

45. H. v. Foullon (in Wien): **Ueber rosenrothen Calcit von Deutsch-Altenburg** (Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien, 1885, 148). Im blaugrauen Dolomit des Deutsch-Altenburger Kirchberges kommen Klüfte vor, deren Wände mit Kiesstalaktiten bekleidet und von Calcit ausgefüllt sind; kleine aufsitzende Rhomboëder, nach den Messungen des Verf. $-2R$ entsprechend, ungleichmässig, aber schön rosenroth gefärbt. Diese Färbung rührt von organischer Substanz her, da sie beim Erhitzen rasch verschwindet. Die Kiesstalaktiten (Pyrit?) sind von farblosem Calcit umwachsen; an der äussersten Krystallschicht liess sich $-\frac{1}{2}R$ bestimmen. Der Calcit ist hier jedenfalls ein Product der Lateralsecretion.

Ref.: E. Hussak.

46. H. v. Foullon (in Wien): **Calcit auf Kohle aus dem Münzenberger Bergbau bei Leoben** (Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien, 1885, 149). Im III. Mittellauf (westlich) des genannten Bergwerkes fanden sich Kohlenstücke, die von 3 cm breiten Klüften durchzogen und deren Wände von farblosem Calcit bekleidet sind. Die Calcitindividuen sind alle parallel mit der Hauptaxe auf der Unterlage aufgewachsen, an der Innenseite zeigen sich Rhomboëder entwickelt und zwar $-\frac{4}{5}R(04\bar{4}5)$ mit einem Kantenwinkel von $64^0\,45'$ und ein sehr steiles, unmessbares Rhomboëder. Auf der Oberfläche der Kohlenstücke kommen farblose, 1 mm grosse vollständig ausgebildete Calcitkryställchen vor. Diese nadelförmigen Kryställchen werden begrenzt von $-16R(0.16.\overline{16}.1)$, $-2R(02\bar{2}1)$, $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ und einem winzig entwickelten Skalenoëder, welches $R\frac{1}{3}^1(7.4.\overline{11}.3)$ sehr nahe steht.

Gemessen wurde vom Verf.: Der Kantenwinkel $(01\bar{1}2) = 101^0\,3'$, $(01\bar{2}1):(16.0.\overline{16}.1) = 23^0\,24'\,50''$ (Mittel aus 8 Messungen an 3 Individuen). Spaltungsrhomboëder: $(02\bar{2}1) = 72^0\,23,'5''$, Spaltungsrhomboëder: $(0.16.\overline{16}.1) = 49^0\,33'$, $(02\bar{2}1):(01\bar{1}2) = 35^0$, stumpfe Kante $(7.4.\overline{11}.3) = 39^0\,8'$.

Bezüglich $(01\bar{1}2)$ und $(7.4.\overline{11}.3)$ ist hervorzuheben, dass die Messungen mit den berechneten Winkeln theils wegen Kleinheit, theils der Rauhigkeit der Flächen halber nicht gut übereinstimmen; $(02\bar{2}1)$ und das selten beobachtete, vorherrschende $(0.16.\overline{16}.1)$ sind ausser Zweifel.

Ref.: E. Hussak.

47. Fr. v. Hauer (in Wien): **Die Gypsbildung in der Krausgrotte bei Gams** (Verhandl. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien, 1885, 21). In der »Krausgrotte« bei Gams, unweit Hieflau in Steiermark, welche sich im Crinoidenkalk der Hierlatzschichten befindet, zeigen sich, besonders an den Wänden der Hauptfälle, an Wänden und Decken des »Wilczekganges« und des »Elysium« neben Kalkcarbonat auch mächtige Massen von Gyps als Neubildung.

Unmittelbar unter der Krausgrotte kommt eine warme Schwefelquelle zu Tage; nach des Verfassers Auseinandersetzungen ist es nun am wahrscheinlichsten, dass diese Quelle die Veranlassung zur Gypsbildung gab, indem sie in früheren Zeiten in dem zerklüfteten Kalkstein circulirte, die Hohlräume der Grotte durch Anätzung des Kalkes bildete und den kohlensauren Kalk stellenweise in schwefelsauren umwandelte.

Ganz ähnliche Umwandlungen, Pseudomorphosen von Gyps nach Kalkstein im Grossen, finden sich bei Aix, Savoyen, mit denen sie auch der Verf. vergleicht.

Ref.: E. Hussak.

48. A. Brunnlechner (in Klagenfurt): **Beiträge zur Charakteristik der Erzlagerstätte von Littai in Krain** (Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien, 1885, **35,** 387). Im Erzberge bei Littai in Krain, bekannt durch die neuen und schönen Zinnober- und Cerussitvorkommen, wurde seit einigen Jahren der Bleierzbau neuerlich in Angriff genommen; das wichtigste Erz ist Bleiglanz, neben diesem kommen noch vor: Kupferkies, derb; selten Covellin; häufiger Malachit und Kupferlasur; Bournonit, derb; Pyrit, derb und eingesprengt, stellenweise auch als Verdränger des Baryts; Zinnober in faserigen und körnigen Aggregaten mit Eisenkies, in Krystallen $\infty R(10\bar{1}0)$, $R(10\bar{1}0)$. — $mR\varkappa(0h\bar{h}l) > 0R(0001)$ auf Baryt, kleinere Krystalle auf Pyrit, Baryt und Bleiglanz; Quecksilber, Hämatit, auch in Pseudomorphosen nach Pyrit; Limonit; Wad; Quarz und Baryt häu-

fig; Cerussit in Gruppen und Drusen grosser seidenglänzender Säulen; seltener Anglesit in Kryställchen, Pyromorphit auf Zinnober, Witherit, Sphärosiderit; Keramohalit; Allophan; Pyrolusit und Psilomelan. Schliesslich noch folgende Mineralien, die zur Bildung der Erzlager nicht in directer Beziehung zu stehen scheinen: Blende, Siderit, Calcit und Aragonit.

Die Altersfolge der auftretenden Mineralien ist folgende:

1) Primär:
   a. Bleiglanz und Kupferkies.
2) Jüngere und Umwandlungsproducte:
   b. Sphärosiderit, Eisenkies.
   c. Baryt, Cerussit, Malachit, Azurit.
   d. Bleiglanz, Kupferkies, Bournonit.
3) Jüngere, vorwiegend localisirte Bildungen:
   e. Eisenkies, Zinnober.
   Baryt, Limonit, Hämatit.
   Pyrolusit, Wad, Psilomelan.
   Cerussit, Malachit, Azurit, Witherit.
   Keramohalit, Anglesit.
   Covellin, Quecksilber, Pyromorphit.

Ref.: E. Hussak.

49. A. Sauer (in Leipzig): **Mineralogische und petrographische Mittheilungen aus dem sächsischen Erzgebirge** (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. 1885, **37**, 441—465). 1. Amorpher Kohlenstoff (Graphitoid) in der Glimmerschiefer- und Phillitformation des Erzgebirges. Gelegentlich der geologischen Aufnahme der Section Wiesenthal der geolog. Specialkarte des Königr. Sachsen fand der Verf. als sehr charakteristisch für sämmtliche Gesteinsglieder der oberen Abtheilung der Glimmerschieferformation die weite Verbreitung fein vertheilten Kohlenstoffs in diesen Gesteinen. Diese Substanz bildet russartig lockere Ueberzüge auf den Schichtflächen, kommt fein vertheilt und auch in grösseren Butzen im Gesteinsgemenge vor und zeigt niemals Andeutung einer krystallinen Structur; im Bunsen'schen Brenner verbrennt sie schnell. Nach diesem Verhalten kann die Substanz nicht mit Graphit, anderseits, dem geologischen Auftreten nach, auch nicht mit Anthracit identificirt werden und lag es nahe, dieselbe mit dem jüngst von Inostranzeff beschriebenen »äussersten Glied des amorphen Kohlenstoffs« (N. Jahrb. f. Min. u. Geol. 1880, **1**, 97) zu vergleichen. Es gelang nun auch dem Verf. die vollständige Uebereinstimmung mit demselben nachzuweisen und schlägt er, da ein Name für diese Substanz bisher fehlte, den Namen »Graphitoid« für dieselbe vor. Die Analyse ergab:

73,854	Asche,
24,855	Kohlenstoff,
1,01	Wasser,
0,06	Wasserstoff
99,779	

auf wasserfreie Substanz und 100 berechnet:

99,76	Kohlenstoff
0,24	Wasserstoff
100,00	

2. Perowskit von Wiesenthal.

Der Perowskit, der bekanntlich in Nephelin- und Melilithbasalten als ein sehr charakteristischer Uebergemengtheil auftritt, findet sich als solcher auch in den Nephelinbasalten des Oberwiesenthaler Eruptivstockes und zwar nicht nur in mikroskopischen Individuen gleichmässig in der Grundmasse vertheilt, sondern auch in makroskopischen Körnern und Krystallen in den grobkrystallinischen Ausscheidungen dieses Basaltes. Rundliche Körner in Erbsengrösse und grössere Aggregate parallel verwachsener Individuen, sowie Krystalle der Combination (100), (111), (110), letztere beide Formen untergeordnet auftretend, finden sich häufig. Auf (100) zeigt sich eine feine Streifung parallel den Würfelkanten, wie auch parallel zur oktaëdrischen Abstumpfung. Im Dünnschliff wird er mit hell- oder dunkelbrauner Farbe durchsichtig und weist zwischen gekreuzten Nicols genau dieselben complicirten Erscheinungen der Doppelbrechung auf, wie sie von A. Ben-Saude (diese Zeitschrift **7**, 612) beschrieben wurden. Der Perowskit ist vollkommen frei von fremden Einschlüssen; die chemische Analyse ergab dem Verf.:

58,66	TiO_2
38,35	CaO
2,07	FeO
99,08	

stimmt also fast vollkommen mit dem von Jakobson analysirten Perowskit von Achmatowsk überein.

3. Ueber die Leucitophyre von Wiesenthal und die Pseudomorphosen nach Leucit in denselben.

Die Leucitophyre von Oberwiesenthal zeigen folgende Zusammensetzung: Sanidin, in centimetergrossen Einsprenglingen und in der Grundmasse in winzigen Kryställchen; Nephelin, Augit, Hauyn, Titanit, Melanit, Biotit und endlich Leucit. Der Titanit ist häufig vollständig zersetzt und kommen Pseudomorphosen, bestehend aus einem Aggregat eines röthlichbraunen Minerals (Brookit?), Calcit und Quarz nach diesem Mineral vor. Der Leucit tritt, im Gegensatz zu den übrigen Gemengtheilen, stets nur in total veränderten, mikroskopischen bis hühnereigrossen Krystallen auf; die Umwandlungsproducte sind immer wohlindividualisirte Mineralkörper, einerseits Analcim, anderseits ein Gemenge von Kalifeldspath nebst Muscovit.

Der Umwandlungsprocess ist hier immer ein ganz regelmässiger, zuerst wurden die Leucitkrystalle in Analcim umgewandelt, dann trat an dessen Stelle Kalifeldspath und Muskovit.

Die Pseudomorphosen nach Leucit von Oberwiesenthal waren seit 1859 Gegenstand vieler Untersuchungen, die Beziehungen dieser aber zu ihrem Urgestein wurden erst vom Verf. in diesen Mittheilungen aufgedeckt.

a. Pseudomorphosen von Analcim nach Leucit.

Die chemische Zusammensetzung derselben ist:

SiO_2	54,72
Al_2O_3	23,12
Fe_2O_3	0,60
CaO	0,36
K_2O	0,79
Na_2O	12,30
H_2O	8,25
	100,14

Spec. Gew. bei 11° C. = 2,259.

Unter dem Mikroskope zeigt sich die Substanz der Pseudomorphosen als vollkommen einheitlich, wasserhell, isotrop; die Krystallumrisse des ehemaligen Leucits sind scharf erhalten, überhaupt muss die Umwandlung des Leucit in Analcim, höchstwahrscheinlich durch Natron-haltige Lösungen, äusserst langsam vor sich gegangen sein, da bisweilen noch die zonale Anordnung der Mikrolithen des ehemaligen Leucit in den Pseudomorphosen erhalten ist. Die Analcimsubstanz ist jedoch selten ideal rein, meist schon auf Sprüngen und Spaltrissen trübkörnig wolkig umgewandelt.

Die Pseudomorphosen von Analcim nach Leucit finden sich nur in den frischeren Leucitophyren vor.

b. Pseudomorphosen von Kalifeldspath und Muscovit nach Leucit.

Diese kommen nur in vollständig verwitterten Leucitophyren vor; nachdem die obenerwähnte Trübung des Analcim vollständig eingetreten ist, stellen sich in den Pseudomorphosen Neubildungsproducte ein, die in Form von büschelig-strahligen Mineralaggregaten vom Rande aus ins Innere hineinwachsen und schliesslich den Krystallraum vollständig erfüllen. Unter dem Mikroskop erkennt man, dass diese Pseudomorphosen vorwiegend aus einem Feldspathmineral und einem farblosen, kaliglimmerartigen Mineral bestehen.

Die chemische Analyse ergab, dass das Feldspathmineral ein etwas natronhaltiger Kalifeldspath ist:

	A. in HCl löslich 32,79 auf 100:	B. in HCl unlöslich 67,03 auf 100:
SiO_2	40,40	62,84
Al_2O_3	29,07	19,71
Fe_2O_3	3,74	0,32
CaO	1,32	0,43
MgO	—	0,21
KO_2	5,07	13,87
Na_2O	15,19	3,03
H_2O	4,40	—
	100,19	100,41

Die etwa haselnussgrossen Pseudomorphosen in einem vollständig verwitterten Leucitophyr, in zahlreichen Bruchstücken auf einem Felde beim Böhmisch-Wiesenthaler Friedhof, bestehen fast lediglich aus Kalifeldspath und Kaliglimmer, was auch durch die chemische Analyse bestätigt wird.

Der in HCl lösliche Theil beträgt hier nur mehr 5,156 %.

SiO_2	60,71
Al_2O_3	24,44
Fe_2O_3	Spur
MgO	0,35
K_2O	14,26
Na_2O	1,02
H_2O	1,003
	101,783

Die Pseudomorphosen besitzen eine lichtgraugelbe Farbe, vollkommen glatte Oberfläche und scharfe Umrisse; auf der Bruchfläche gleichen sie einer gelblich-weissen, durch Eisenhydroxyd braungeflekten, etwas porösen Felsitmasse. Auch das Muttergestein der bis 8 cm grossen, schon seit langer Zeit bekannten, meist lose vorkommenden Pseudomorphosen nach Leucit, deren Fundort etwa 250 m von der Böhm.-Wiesenthaler Kirche auf dem Gahlert'schen Grundstücke liegt, ist ein Leucitophyr. Die Oberfläche dieser durchweg scharf erhaltenen Krystalle ist körnig-rauh, das Innere gleicht einer überaus feinkörnigen krystallinen, weisslichgrauen, theils compacten, theils porös-drusigen Mineralmasse, in der mit blossem Auge schon kleinblättrig-strahlige, silberglänzende Glimmeraggregate und bisweilen etwas eisenrahmartige Substanz zu erkennen sind. Als Einschlüsse finden sich vereinzelt verwitterte Nephelin- (?) oder Hauynkryställchen.

Bezüglich der Structur dieser Pseudomorphosen sei erwähnt, dass weisslich trübe Partien von ca. 2—3 mm Breite netzartig und dendritisch verzweigt und deren Zwischenräume von einer wasserhellen Substanz erfüllt sind. Der trübe Antheil besteht vorwiegend aus radialstrahlig gruppirten, mit winzigen Glimmerschüppchen durchwachsenen Feldspathleistchen, die zu beiden Seiten einer Naht angeheftet sind; es sind dies wohl die zuerst enstandenen feldspäthigen Umwandlungsproducte der früheren Mineralsubstanz.

Die zwischenliegenden farblosen Partien bestehen aus gröber krystallinem Feldspath-Glimmergemenge.

Manchmal finden sich Hohlräume, wenn die Ausfüllung mit der wasserhellen Substanz nicht vollständig erfolgte und es ragen dann die Feldspathkyställchen drusig hinein.

Auch in der chemischen Zusammensetzung stimmen diese Pseudomorphosen vollständig mit den oben beschriebenen vom Friedhofe überein. Die Analyse ergab:

SiO_2	58,96
Al_2O_3	24,95
Fe_2O_3	—
MgO	0,24
K_2O	15,02
Na_2O	0,31
H_2O	1,41
	100,89

Diese Analyse des Verf. stimmt sehr gut mit einer älteren von Bergemann, jedoch nicht mit einer von Carius überein, denn letzterer findet für Alkalien gerade das umgekehrte Verhältniss.

Der Verf. weist nun nach, dass die Carius'sche Analyse, die mit allen anderen, durch zahlreiche mikroskopische und chemische Untersuchungen gewonnenen Resultaten im Widerspruch steht, ebenso wie die daraus gezogenen Schlüsse

anderer Forscher in Bezug auf die Zusammensetzung der Wiesenthaler Pseudomorphosen, auf einem Irrthum beruhten.

Der Verf. ermittelte schliesslich noch durch Partialanalysen sowohl die chemische Zusammensetzung der beiden Bestandtheile der Pseudomorphosen, wie auch das annähernde Maass ihrer Betheiligung an der Zusammensetzung derselben.

Das vorher mit HCl ausgezogene Pulver wurde längere Zeit mit H_2SO_4 digerirt (a); als Rückstand blieb (b).

	a. 27,25 % auf 100:		b. 72,75 % auf 100:
SiO_2	45,71	aus d. Verlust	63,40
Al_2O_3	38,69		20,17
K_2O	9,53		16,97
Na_2O	0,90		0,11
H_2O	5,17		—
	100,00		100,67

Aus diesen Analysen geht hervor, dass die grossen Wiesenthaler Pseudomorphosen nach Leucit zu etwa $\frac{3}{4}$ aus einem echten Kalifeldspath, zu etwa $\frac{1}{4}$ aus reinem Kaliglimmer, der fast vollständig mit Damourit übereinstimmt, bestehen.

Ref.: E. Hussak.

50. A. Arzruni (in Aachen): **Ueber einen Paragonitschiefer vom Ural** (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. 1885, **37**, 680). Der Verf. beschreibt einen Paragonitschiefer, der aus dem südwestlichen Theil des Districtes Nižne-Issetsk stammt und daselbst als Einlagerung im Chloritschiefer auftritt. Letzterer ist reich an accessorischen Mineralien, besonders Korund, Chromturmalin, Turmalin, Diaspor etc. Der Paragonitschiefer ist ungemein reich an Einschlüssen eines farblosen, säulenförmigen rhombischen Minerals, das in seinen optischen Eigenschaften zwischen Zoisit und Epidot steht. In Bezug aufs Krystallsystem, Zwillingsbildungen und Spaltbarkeit stimmt es mit Zoisit, in Bezug auf die Lage der optischen Axenebene, Charakter der Doppelbrechung, Dispersion der optischen Axen mit Epidot überein. Die Normale zur Spaltfläche ist zweite positive Mittellinie, $\varrho < v$; gemessen wurde:

$$2H_0\ Li = 108^0\ 14'$$
$$Na = 109\ \ 48\tfrac{1}{2}$$
$$Tl = 111\ \ 13\tfrac{1}{2}$$

Ref.: E. Hussak.

51. H. v. Foullon (in Wien): **Ueber die Krystallform des Barythydrat und Zwillinge des Strontianhydrat** (Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien, 1885, **35**, 727—734. Mit 1 Tafel). 1. Die Krystallform des Barythydrat.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9990 : 1 : 1,2779$$
$$\beta = 98^0\ 56'.$$

Beobachtete Formen: $a(100)$, $b(010)$, $c(001)$, $d(012)$, $e(011)$, $f(021)$, $g(102)$, $h(101)$, $k(201)$, $i(104)$, $m(110)$, $p(111)$, $q(112)$, $r(113)$, $p_1(\bar{1}11)$, $q_1(\bar{1}12)$, $r_1(\bar{1}13)$. Beim Abkühlen einer übersättigten Lösung entstehen nach $c(001)$ tafelförmige Krystalle, beim langsamen Verdunsten einer Lösung dagegen

nach der Axe a prismatische, sowie auch tafelförmige flächenreichere Krystalle. Die Flächen der Zone [(100):(001)] sind immer rauh und matt. Wachsthumsformen nach der Axe b häufig, nach a selten. Die Krystalle werden durch den Einfluss der Kohlensäure der Luft rasch matt und trüb.

	Gemessen:	Berechnet:		Gemessen:	Berechnet:
$a:c$	80° 44′	81° 3,′7	$a:q$	—	55° 51,′5
$c:i$	—	16 45	$q:d$	—	26 35,5
$c:g$	—	29 53,1	$q_1:d$	—	29 59,5
$c:h$	46 6	46 30,5	$q:q_1$	56° 21′	56 35
$c:k$	—	61 3,5	$b:p$	54 4	54 4
$c:i_1$	18 26	18 23,4	$p:h$	35 56	—
$c:g$	—	35 3,1	$b:q$	63 34	63 32,3
$c:h_1$	57 22	57 37,4	$q:g$	26 29	26 27,7
$c:k_1$	—	76 35,5	$b:p_1$	49 47	49 50,7
$c:d$	32 20	32 15,6	$p_1:h_1$	40 11	40 9,3
$c:e$	51 37	—	$b:q_1$	59 59	60 9,3
$c:f$	68 23	68 23,6	$q_1:g_1$	29 53	29 50,7
$c:r$	—	29 10,7	$m_1:k$	—	48 1,7
$c:q$	39 2	39 5,2	$k:p$	—	38 23,9
$c:p$	56 8	—	$p:f$	41 16	41 20,5
$c:m$	83 39	83 39	$m_1:h$	—	54 6,7
$c:r_1$	32 27	32 31,3	$h:q$	—	30 55,6
$c:q_1$	44 43	44 45,6	$q:e$	—	33 46,4
$c:p_1$	60 52	60 50,4	$m:f$	—	45 23,8
$a:m$	44 47	44 37,4	$f:p_1$	41 16	41 23,4
$m:m$	90 35	90 45,2	$p_1:k_1$	—	43 42,4
$a:p$	48 17	48 10,4	$m:e$	—	51 44,2
$p:e$	—	36 17,4	$e:q_1$	—	33 48
$p_1:e_1$	—	40 34,2	$q:h_1$	36 48	36 46
$p:p_1$	76 40	76 51,6	$q:p_1$	71 3	70 59,2
			$p:q_1$	—	68 56,8

Spaltbarkeit: Parallel $c(001)$ vollkommen.

Optische Orientirung: Die erste (spitze) Mittellinie steht senkrecht auf $c(001)$, die optische Axenebene steht senkrecht auf der Symmetrieebene; beide optische Axen sind auf c sichtbar.

2. Zwillinge des Strontianhydrat.

Krystallsystem, wie bereits Brooke (Ann. of Phil. **23**, 287) bestimmte, tetragonal.

Elemente (nach Brooke): $a : c = 1 : 0,6407$

Beobachtete Formen: $c(001)$, $p(111)$, selten $b(010)$.

$c : p$ (Brooke) $= 42° 12′$
$c : p$ (Foullon) $= 42\ 15$

Vergleicht man die Elemente des Barythydrat mit denen des Strontianhydrat, so ergiebt sich, dass durch Halbirung der c-Axe des Barythydrat die beiderseitigen Elemente fast gleich werden.

Viel häufiger als einfache Individuen sind Zwillinge beim Strontianhydrat; das Zwillingsgesetz ist: Zwillingsebene $n(120)$, Drehungs- und Verwachsungsebene $c(001)$. Die Zwillinge sind auch stets flächenreicher, als die einfachen Indivi-

duen; es treten zu den obenerwähnten Formen noch: *m*(110), *d*(011) und *l*(101). Meist dünne Tafeln, beim raschen Abkühlen stark übersättigter Lösungen ausnahmsweise auch nach *m* tafelförmige Krystalle.

	Gemessen:	Berechnet:
m I (110) : *m* II ($\bar{1}$10)	126° 40′	126° 52,′2
p I (111) : *p* II (111)	24 35	24 31,6
p I (111) : *p* II (1$\bar{1}$1)	35 8	34 58
p I (1$\bar{1}$1) : *p* II (111)	73 59	73 21,3
p I ($\bar{1}\bar{1}$1) : *p* II (111)	—	79 10,6

Ref.: E. Hussak.

52. H. v. Foullon (in Wien): **Ueber die Gesteine und Mineralien des Arlbergtunnels** (Jahrb. d. k. k. geolog. Reichsanst. Wien 1885, **35,** 47 — 104. Mit 1 lith. Tafel). Am Schlusse obenerwähnter Arbeit (Seite 90 ff.) giebt der Verf. Mittheilungen über die Mineralvorkommnisse am Arlberg. Die beobachteten Mineralien sind:

1) Pyrit, häufig in Krystallgruppen eingesprengt, auch in blechförmigen Ueberzügen auf Quarzlinsen im Biotitgneiss (4000 m vom provis. Ostportal).

2) Magnetkies, eingesprengt und in kleinen, 6 cm mächtigen Gängen (4443 m vom provis. Ostportal).

3) Flussspath, hellgrüne Würfel auf Kalkspath (3511 m vom prov. Westp.), auch in Körnern, selten.

4) Quarz, auf Drusen und Spalten im Muscovitgneiss, häufig mit Calcit, $\infty R(10\bar{1}0)$, $R\varkappa(10\bar{1}1)$ und $-R\varkappa(01\bar{1}1)$.

5) Gyps, als Kluftbildung, in farblosen derben Partien im quarzreichen Schiefer (3929 m vom prov. Ostport.).

6) Baryt, in 0,5 mm grossen Kryställchen, auf Quarz und Chlorit mit Calcit in quarzreichen Schiefern (4294 m vom prov. Ostport.).

Die Krystalle sind nach *c* dicktafelförmig, Combination *a*(100), *b*(010), *c*(001), *m*(110), *u*(011), *d*(012) und *z*(111), *m* und *c* sind Spaltflächen (Aufstellung nach Miller).

	Gemessen:	Berechnet:
(100):(010) =	90° 41′	90°
(100):(001) =	90 4	90
(010):(001) =	89 58	90
(100):(110) =	51	50 50′
(110):($\bar{1}$10) =	102	101 40
(011):(01$\bar{1}$) =	64 29	63 39
(012):(01$\bar{2}$) =	101 28	102 17
(010):(0$\bar{1}$2) =	38 33	38 51 30″
(010):(012) =	39 55	38 51 30
(010):(0$\bar{1}$1) =	57 10	58 10 30
(010):(011) =	58 17	58 10 30
(100):(111) =	55 25	55 19
(001):(111) =	64 29	64 18

7) Turmalin in Quarzlinsen (z. B. 295 m v. prov. Otsport.).

8) Chabasit und Desmin, auf oder in der Nähe von Hornblendegesteinen (4931, 3336 m vom prov. Ostport. und 3149 m vom prov. Westport.) in bis

1 cm grossen Kryställchen, $R(10\bar{1}1)$, selten durch $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$ abgestumpft. Desmin nur in garbenförmigen Aggregaten.

Ausführliche Mittheilungen werden vom Verf. über das Vorkommen von

9) Calcit gebracht. In Krystallen findet er sich selten, jede mit Krystallen ausgekleidete Kluft brachte aber andere Combinationen; vorwiegend findet sich der Calcit im Biotitgneiss. Es fanden sich folgende Combinationen:

1) 4780 m vom prov. Ostport. in quarzreichen Schiefern, $1\frac{1}{2}$ mm bis $1\frac{1}{2}$ cm grosse farblose Krystalle, mit Quarzkryställchen, welche eine ältere Bildung sind. Comb.: $0R(0001)$, $\infty R(10\bar{1}0)$, $R(10\bar{1}1)$, $4R(40\bar{4}1)$, $10R(10.0.\bar{1}\bar{0}.1)$, $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, $-2R(02\bar{2}1)$, $R3(21\bar{3}1)$.

2) 3511 m v. prov. Westport. im Biotitgneiss, auf Quarz mit Flussspath in 2 mm bis 1 cm grossen Krystallen der Combination $\infty R(10\bar{1}0)$, $\frac{2}{3}P2(11\bar{2}3)$.

3) Aus unbekannter Tiefe von der Ostseite im quarzreichen Muscovitschiefer, 3 mm bis 1 cm grosse Krystalle, $\infty P2(11\bar{2}0)$, $\infty P(10\bar{1}0)$, $R(10\bar{1}1)$, $4R(40\bar{4}1)$, $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, $-\frac{3}{2}R(03\bar{3}2)$, $R\frac{3}{2}(51\bar{6}4)$.

4) 4294 m vom prov. Ostport. in quarzreichen Schiefern mit Quarz, 4 mm bis 2 cm grosse Kryställchen der Combination $\infty P2(11\bar{2}0)$, $\infty R(10\bar{1}0)$, $R(10\bar{1}1)$, $R3(21\bar{3}1)$ und ein stark gestreiftes, gewölbtes Skalenoëder, das einer genäherten Grenzform von $-\frac{1}{2}R$ entspricht.

5) Aus unbekannter Tiefe von der Ostseite, auf gleichem Gestein, bis 3 cm lange Krystalle, vorwaltend $R3(21\bar{3}1)$ und ein $\frac{2}{5}R2(31\bar{4}5)$ nahestehendes Skalenoëder.

6) Ebendaher, auf Muscovitgneiss, mit Quarz, nur ein Skalenoëder, das steiler als $R3$ erscheint, aufweisend.

7) 3079 m vom prov. Ostport. in quarzreichem Schiefer auf Quarzkryställchen sitzend, 2 cm grosse Krystalle, die ein sehr flaches Rhomboëder, weit flacher als $\frac{1}{2}R$, und ein sehr steiles Rhomboëder aufweisen. Die Krystalle sind nicht messbar.

8) Auf einem Stück Feldspath von der Osthälfte Kryställchen der Combination: $\frac{16}{3}P2$ $(8.8.\bar{1}\bar{6}.3)$, $4R(40\bar{4}1)$, $10R(10.0.\bar{1}\bar{0}.1)$, $-\frac{1}{2}R(01\bar{1}2)$, $\frac{1}{3}R\frac{7}{3}(52\bar{7}9)$ und $R3$ $(21\bar{3}1)$.

9) 843 m vom prov. Ostport. im quarzreichen Biotitgneiss mit Quarz und Pyrit, 2 cm lange und nur 2—4 mm dicke Krystalle der Comb. $\frac{4}{3}P2(8.8.\bar{1}\bar{6}.3)$, $R(10\bar{1}1)$, $18R(18.0.\bar{1}\bar{8}.1)$, $R3(21\bar{3}1)$.

10) 3513 m v. prov. Ostport. im normalen Biotitgneiss 2 mm bis 1 cm grosse Krystalle der Comb. $\frac{4}{3}P2$ $(22\bar{4}3)$, $\frac{16}{3}P2(8.8.\bar{1}\bar{6}.3)$, $R(10\bar{1}1)$, $4R(40\bar{4}1)$, $10R$ $(10.0.\bar{1}\bar{0}.1)$, $-2R(02\bar{2}1)$, $\frac{1}{4}R3(21\bar{3}4)$, $R3(21\bar{3}1)$.

Fast alle Combinationen wurden durch Messung bestimmt, die Vorkommen 1, 3, 8 und 9 abgebildet. Auf einer beigegebenen Tabelle wurden sämmtliche vom Verf. gemessenen Winkel neben den von Irby berechneten zusammengestellt.

Von den gesteinsbildenden Mineralien der Gneisse des Arlberges sei nur noch das häufige Auftreten des Mikroperthits im Muscovitgneiss und des Albits im Biotitgneiss erwähnt.

Ref.: E. Hussak.

53. **G. vom Rath** (in Bonn): **Ueber ausgezeichnete Quarzkrystalle aus Nord-Carolina** (Sitzungsber. der Niederrhein. Ges. für Natur- und Heilk., Bonn, 1885, S. 235—245, Sitzung vom 6. Juli 1885 und S. 301—302, Sitzung vom 16. Nov. 1885).

Derselbe: Einige neue Flächen am Quarz (Festschrift des Vereins für Naturkunde zu Cassel, 1886). Ergänzungen zur Arbeit des Verf. in dieser Zeitschrift **10**, 156*).

Fig. 1.

Es werden zunächst Krystalle besprochen und abgebildet, welche Herr J. A. D. Stephenson in Statesville, N. C., zur Untersuchung eingesandt hatte. Einen ausgezeichneten Typus bilden Krystalle, die höchst symmetrisch fast nur von $(30\bar{3}1)\,3R$ und $(03\bar{3}1)-3R$ zugespitzt sind. Einfache Krystalle sind, mit Ausschluss der Rhomboëderflächen, zuweilen nur von $L(12\bar{3}2)-\frac{3}{2}P\frac{3}{2}$ am Ende begrenzt.

Selten sind Krystalle, welche mehrere spitze Rhomboëder in tadelloser Ausbildung darbieten, wie der in Fig. 1 abgebildete Krystall, ein sehr symmetrischer Durchwachsungs-Zwilling rechter Individuen, bei dem aber von vollständiger Wiedergabe der Grenzen und Unterscheidung von positiv und negativ abgesehen wurde, weil die Grenzlinien z. Th. nicht wahrnehmbar; $y = (41\bar{5}1)\,5P\frac{5}{4}$, $L = (21\bar{3}2)\frac{3}{2}P\frac{3}{2}$; neu sind $(90\bar{9}5)\pm\frac{9}{5}R$ und $(90\bar{9}1)\pm 9R$.

$$(10\bar{1}1):(90\bar{9}5) = 14^0\,35\tfrac{1}{3}' \quad (\text{gem. } 14^0\,34')$$
$$(10\bar{1}1):(90\bar{9}1) = 33\;\;12 \quad (\;-\;\;33\;\;13\;).$$

Ein 20 cm grosser Krystall, in Fig. 2 abgebildet und in Fig. 3 derselbe um 120^0 gedreht, zeigt in ungewöhnlicher Weise die Bedeutung der L-Flächen und

Fig. 2.

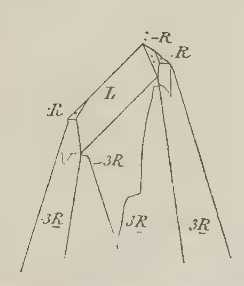
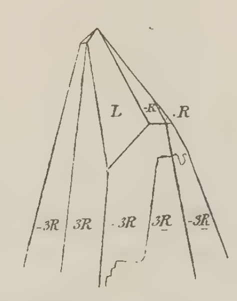


Fig. 3.



eigenthümliche Vertheilung der Zwillingspartien nach oben und unten.

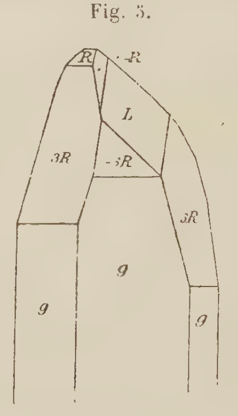
Der in Fig. 4 (und in Fig. 5 gewendet) dargestellte Zwilling zweier linker Individuen zeigt eine mittlere glänzende Partie von $(30\bar{3}1)\,3R$ neben seitlichen matten Partien, besonders ausgedehnt aber das seltene Trapezoëder $\tau_7 = (1.14.\overline{15}.14)-\frac{15}{14}P\frac{15}{14}l$, durch Herrn Des Cloizeaux an Krystallen von Traversella entdeckt und von Alexander Co. bisher nur einmal und sehr untergeordnet

*) Hierzu Taf. IX, Fig. 1 u. 2.

nachgewiesen. In Bezug auf L in Fig. 5 steht im Text: »sie fällt in die beiden, auf ihr sich kreuzenden Zonen $3R : -R$ und $3R : R$«. [Hier liegt offenbar eine Verstümmelung des Satzes durch den Druck vor, da in die Kreuzzone von zwei Rhomboëdern nur die Fläche einer Pyramide zweiter Ordnung, resp. eine Trigonoëderfläche fallen kann; im vorliegenden Falle würde es $(33\bar{6}4)\frac{3}{2}P2$ sein. Der Ref.]

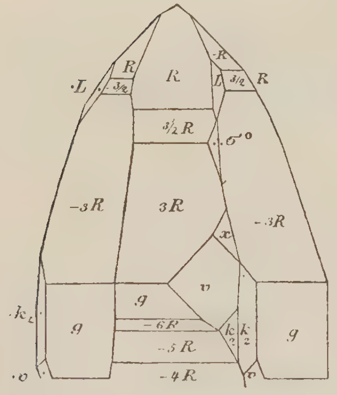
Fig. 4.

Fig. 5.



Ein anderer Krystall ist durch eine eigenthümliche Verzerrung ausgezeichnet, so dass er monosymmetrisch erscheint, die Symmetrieebene senkrecht zu einer Fläche des hexagonalen Prismas.

Fig. 6.



Die folgenden Krystalle gehören noch zur Sammlung des Herrn C. S. Bement in Philadelphia (vergl. die frühere Arbeit l. c.), ausgezeichnet durch neue spitze Rhomboëder, und das ditrigonale Prisma $k_2 = (31\bar{4}0)\infty P\frac{4}{3}$, letzteres zuweilen vertical gestreift; ferner neu $\sigma^0 = (19.12.\bar{3}\bar{1}.12)\frac{31}{12}P\frac{31}{19}$, auch sicher beobachtet das von Des Cloizeaux zweifelhaft gelassene $v = (71\bar{8}1)8P\frac{8}{7}$.

In Fig. 6 sollen, nach mündlicher Mittheilung des Herrn Verf. an den Ref., die Kanten $3R : v$ und $v : k_2$ nicht parallel sein, sondern etwas nach oben rechts gegen die Fläche x hin convergiren.

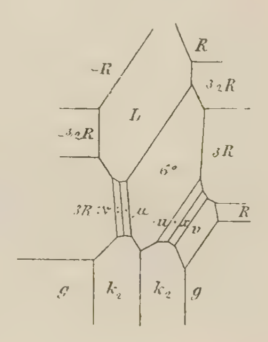
	Berechnet:	Gemessen:
$(30\bar{3}1):(12.0.\bar{1}\bar{2}.1)$	$= 10^0 56\frac{3}{4}'$	$10^0 57'$
$(30\bar{3}1):(15.0.\bar{1}\bar{5}.1)$	$= 11 \quad 41\frac{1}{2}$	$11 \quad 43$
$(30\bar{3}1):(18.0.\bar{1}\bar{8}.1)$	$= 12 \quad 14$	$12 \quad 14$
$(30\bar{3}1):(28.0.\bar{2}\bar{8}.1)$	$= 13 \quad 5$	$13 \quad 4$
$(10\bar{1}1):(12.0.\bar{1}\bar{2}.1)$	$= 34 \quad 27\frac{3}{4}$	—
$(10\bar{1}1):(15.0.\bar{1}\bar{5}.1)$	$= 35 \quad 12\frac{1}{2}$	—
$(10\bar{1}1):(18.0.\bar{1}\bar{8}.1)$	$= 35 \quad 45$	—
$(10\bar{1}1):(28.0.\bar{2}\bar{8}.1)$	$= 36 \quad 36$	—
$(19.12.\bar{3}\bar{1}.12):(01\bar{1}1)$	$= 37 \quad 32$	37 30 und 33′

	Berechnet:	Gemessen:
$(19.12.\overline{31}.12):(10\bar{1}0)$	$=$ 29 20	29 22
$(71\bar{8}1):(10\bar{1}0)$	$=$ 8 $52\frac{1}{4}$	8 51
$(71\bar{8}1):(51\bar{6}1)$	$=$ 3 9	3 6
$(71\bar{8}1):(01\bar{1}1)$	$=$ 57 $59\frac{3}{4}$	58 1
$(31\bar{4}0):(10\bar{1}0)$	$=$ 13 54	14 3 bis 13° 35′.

Die neuen Rhomboëder $12R$, $15R$, $18R$ und $28R$ scheinen in beiden Stellungen $\pm$ vorzukommen.

Fig. 7 zeigt einen flächenreichen linken Krystall so gezeichnet, dass eine Nebenaxe mit der Sehlinie parallel ist. Die Fläche $\sigma^0 = (31.\overline{12}.\overline{19}.12)\frac{31}{12}P\frac{31}{19}$ gab zwei Reflexe, die als $_{,}\sigma^0 = (8\bar{3}\bar{5}3)\frac{8}{3}P\frac{8}{5}$ und $_{,,}\sigma^0 = (3\bar{1}\bar{2}1)3P\frac{3}{2}$ gedeutet werden; in negativer Stellung sind beide Formen schon bekannt.

Fig. 7.



	Berechnet:	Gemessen:
$(8\bar{3}\bar{5}3):(1\bar{1}01)$	$= 38^0 29\frac{1}{3}'$	$38^0 41'$
$(8\bar{3}\bar{5}3):(10\bar{1}0)$	$= 28\ \ 22\frac{2}{3}$	
$(3\bar{1}\bar{2}1):(1\bar{1}01)$	$= 41\ \ 46\frac{1}{3}$	41 29
$(3\bar{1}\bar{2}1):(10\bar{1}0)$	$= 25\ \ 5\frac{1}{3}$	

In Fig. 7 ist σ^0 in der Lage von $(8\bar{3}\bar{5}3)\ \frac{8}{3}P\frac{8}{5}$ gezeichnet. Zwei schmale, nicht messbare, nur schimmernde Abstumpfungsflächen der Kante $-3R : \sigma^0$ können nur mit Wahrscheinlichkeit als $\mu = (6\bar{5}\bar{1}2)\ 3P\frac{6}{5}$ und $\nu = (24.\overline{21}.\bar{3}.8)\ 3P\frac{8}{7}$ bestimmt werden, unter Annahme der Zonen $(6\bar{5}\bar{1}2)\ (4\bar{3}\bar{1}0)\ (1\bar{1}01)$ und $(24.\overline{21}.\bar{3}.8)\ (4\bar{3}\bar{1}0)\ (3\bar{3}02)$, sowie $(6\bar{5}\bar{1}2)\ (24.\overline{21}.\bar{3}.8)\ (3\bar{3}01)\ (3\bar{1}\bar{2}1)$; die Annahme der Zone $(3\bar{3}01)\ \mu\nu(8\bar{3}\bar{5}3)$, welche leider sogar den Anschein für sich hat, würde für μ und ν ausserordentlich complicirte Symbole ergeben.

In der Casseler Festschrift wird ein lichter Rauchquarz, ebenfalls von Alexander Co., N. C., aus der Sammlung des Herrn G. Seligmann in Coblenz beschrieben, ein Zwilling zweier linker Individuen, von denen das eine aber nur in den Flächen $(03\bar{3}1)\ -3R$ des herrschenden Individs hervorbricht. Die allgemeine Ausbildung des Krystalls wird auf Taf IX in Fig. 1 und 2 veranschaulicht. Von Rhomboëdern ist neu $(39.0.\overline{39}.20)\frac{39}{20}R$ mit der Neigung $(39.0.\overline{39}.20):(10\bar{1}1) = 16^0\ 13\frac{3}{4}'$, gemessen $16^0\ 13'$. In den Zonen $(10\bar{1}0)\ (1\bar{1}01)$ und $(1\bar{1}00)\ (10\bar{1}1)$ zeigt der Krystall die Trapezoëder $\tau_7 = (15.\overline{14}.\bar{1}.14)\ -\frac{15}{14}P\frac{15}{14}$, $L = (3\bar{2}\bar{1}2)\ -\frac{3}{2}P\frac{3}{2}$, $y = (41\bar{5}1)5P\frac{5}{4}$, $t = (5\bar{2}\bar{3}3)\frac{5}{3}P\frac{5}{3}$, $t_2 = (3\bar{1}\bar{2}2)\ \frac{3}{2}P\frac{3}{2}$, $t_8 = (23.\bar{8}.\overline{15}.15)\ \frac{23}{15}P\frac{23}{15}$, $t_9 = (37.\overline{14}.\overline{23}.23)\ \frac{37}{23}P\frac{37}{23}$, $\varepsilon = (3\bar{2}\bar{1}1)\ -3P\frac{3}{2}$. Am Quarz von Alexander Co. waren schon bekannt τ_7, L, y, t, ε; t_2 wurde schon von Herrn Des Cloizeaux an einem brasilianischen Krystall beobachtet, es ist das Gegentrapezoëder von L. Ganz neu sind t_5 und t_9, die allerdings nur durch annähernde Messungen bestimmt werden konnten.

		Berechnet:	Gemessen:
t_8 $(23.\bar{8}.\overline{15}.15)$	$: R(10\bar{1}1)$	$= 18^0 18'$	$18^0 25' - 18^0 15'$
t_9 $(37.\overline{14}.\overline{23}.23)$	$: R(10\bar{1}1)$	$= 20\ \ 19$	$20\ \ 25 - 20\ \ 15$

Die am vorliegenden Krystall auftretenden »Faces isolées« sind sämmtlich zum ersten Male beobachtet. Besonders reich ist die Zone $(10\bar{1}1)R : (41\bar{5}1)y$ entwickelt mit $\varphi^1 = (17.\bar{2}.\overline{15}.9)\frac{17}{9}P\frac{17}{15}$, $\varphi^2 = (19.\bar{2}.\overline{17}.11)\frac{19}{11}P\frac{19}{17}$, $\varphi^3 = (21.\bar{2}.\overline{19}.13)\frac{21}{13}P\frac{21}{19}$, $\varphi^4 = (12.\bar{1}.\overline{11}.8)\frac{3}{2}P\frac{12}{11}$, $\varphi^5 = (13.\bar{1}.\overline{12}.9)\frac{13}{9}P\frac{13}{12}$.

		Berechnet:	Gemessen:
φ^1	$(17.\bar{2}.\bar{15}.9) : R(10\bar{1}1)$	$= 15^0 23\frac{1}{2}'$	$15^0 20'$
φ^1	$(17.\bar{2}.\bar{15}.9) : 2R(20\bar{2}1)$	$= 6\ 7\frac{1}{2}$	$6\ 6$
φ^4	$(12.\bar{1}.\bar{11}.8) : R(10\bar{1}1)$	$= 10\ 8$	$10\ 10$
φ^4	$(12.\bar{1}.\bar{11}.8) : \frac{3}{2}R(30\bar{3}2)$	$= 3\ 54\frac{3}{4}$	$3\ 55$
φ^5	$(13.\bar{1}.\bar{12}.9) : R(10\bar{1}0)$	$= 9\ 19$	$9\ 18$
φ^2	$(19.\bar{2}.\bar{17}.11) : R(10\bar{1}1)$	$= 13\ 29$	$13\ 33 — 13^0 29'$
φ^3	$(21.\bar{2}.\bar{19}.13) : R(10\bar{1}1)$	$= 11\ 47$	$11\ 46 — 11\ 44$

Das Zeichen von t_9 wird auch durch die Zone $L(3\bar{2}\bar{1}2) : \varphi^2\ (19.\bar{2}.\bar{17}.11)$ als $(37.\bar{1}\bar{4}.\bar{23}.23)$ bestätigt, dagegen liegen die Fflächen L, t_8, φ^3 nicht genau in einer Zone. Die Zone $L(3\bar{2}\bar{1}2) : \varphi^3 (21.\bar{2}.\bar{19}.13)$ würde für das zugehörige t das Symbol $(39.\bar{14}.\bar{25}.25)$ erfordern mit der Neigung zu $R(10\bar{1}1) = 19^0 1\frac{1}{2}'$; und die Zone $L(3\bar{2}\bar{1}2) : t_8\ (23.\bar{8}.\bar{15}.15)$ würde für das zugehörige φ das Symbol $(89.\bar{8}.\bar{81}.57)$ erfordern mit der Neigung zu $R(10\bar{1}1) = 11^0 8\frac{1}{2}'$. Der Verf. schliesst daraus, dass die Natur einfachere Indices einer consequenten Zonenentwickelung vorzieht.

Schliesslich wurde noch eine schmale Abstumpfung der Kante $3R(30\bar{3}1) : -3R(3\bar{3}01)$ bestimmt als $F = (12.\bar{1}.\bar{11}.4) 3P\frac{12}{11}$ mit der Neigung $(12.\bar{1}.\bar{11}.4) : (30\bar{3}1) = 4^0 11\frac{1}{2}'$ (gem. $= 4^0 13'$ und $10'$).

Ref.: C. Hintze.

54. G. vom Rath (in Bonn): **Ueber den Andesin vom Berge Arcuentu, Insel Sardinien** (Festschrift des Vereins für Naturkunde zu Cassel, 1886). Hierzu Taf. IX, Fig. 3—7. Das Arcuentugebirge bei Montevecchio besteht nach General La Marmora aus silurischen Schiefern als Basis, darüber eine Bank von Bimsteintuff (nach La Marmora mitteltertiär), dann pliocäne Kalkmergel, endlich die Hauptmasse Doleritconglomerat. Der Bimsteintuff enthält die Andesinkrystalle, 1—2 oder selten 3—4 mm gross.

Beobachtete Flächen vergl. Fig. 3:

$m = (111)\ P'$	$l = (110)\ \infty P'$
$a = (1\bar{1}1)\ 'P$	$T = (1\bar{1}0)\ \infty 'P$
$p = (\bar{1}11)\ ,P$	$f = (130)\ \infty \breve{P}'3$
$o = (\bar{1}\bar{1}1)\ P,$	$z = (1\bar{3}0)\ \infty '\breve{P}3$
$g = (\bar{2}21)\ 2,P$	$x = (\bar{1}01)\ ,\bar{P},\infty$
$u = (\bar{2}\bar{2}1)\ 2P,$	$y = (\bar{2}01)\ 2,\bar{P},\infty$
$e = (021)\ 2,\breve{P}'\infty$	$M = (010)\ \infty\breve{P}\infty$
$\varepsilon = (045)\ \frac{4}{5},\breve{P}'\infty$	$P = (001)\ 0P.$
$n = (02\bar{1})\ 2'\breve{P}_{,}\infty$	

Die Fundamentalwinkel:

$$(010):(001) = 86^0 14'$$
$$(0\bar{1}0):(1\bar{1}0) = 61\ 35$$
$$(001):(1\bar{1}0) = 68\ 54$$
$$(001):(\bar{1}\bar{1}1) = 57\ 44$$
$$(0\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}1) = 65\ 20$$

ergeben $a : b : c = 0,63553 : 1 : 0,55167$;

$A = 86^0 14'$	$\alpha = 86^0 37' 15''$
$B = 63\ 28\ 40''$	$\beta = 63\ 31\ 35$
$C = 88\ 20\ 7$	$\gamma = 90\ 1\ 4\frac{1}{2}$

Wegen geringer Grösse der Krystalle, nicht vollkommenen Glanzes und anderer Störungen stimmen die gemessenen mit den berechneten Werthen nicht sehr genau überein. Neu für die Plagioklase überhaupt ist $\varepsilon(045)$:

$$(045):(001) = 21^0\ 1'$$
$$(045):(010) = 65\ 13 \text{ (gemessen } 65^0 12').$$

Bei der Zwillingsbildung ist das Albitgesetz — Zwillingsaxe die Normale zum Brachypinakoid — durchaus vorherrschend; auch das Carlsbader Gesetz — Zwillingsaxe die Verticale — findet sich, zuweilen combinirt mit dem vorigen, vergl. Fig. 4 und 4a. Ausgezeichnet kommt aber auch vor das Periklingesetz — Drehungsaxe die Makrodiagonale. — Aus den Axenelementen berechnet, bildet die Ebene des rhombischen Schnitts im Brachypinakoid mit der Kante $P(001):M(010)$ [d. h. mit der Brachydiagonale] den ebenen Winkel $0^0 16' 21''$, mit der Kante $l(110):M(010)$ [d. h. mit der Verticale] $116^0 12' 4''$, vergl. Fig. 5.

Schliesslich kommt dazu ein neues, oder bisher nicht zweifellos bestimmtes Zwillingsgesetz: Zwillingsaxe die Brachydiagonale, Verbindungsebene die Basis, Fig. 6. Hier fallen die M-Flächen und die P-Flächen beider Individuen genau in eine Ebene, was nur möglich ist, wenn der Axenwinkel $\gamma = 90^0$ ist (vergl. oben). Die Zwillingskanten berechnen sich:

$$l : \underline{T} = 45^0 38\tfrac{1}{2}'$$
$$f : \underline{z} = 26\ \ 1\tfrac{1}{4}$$
$$p : \underline{o} = 67\ \ 20\tfrac{3}{4}$$
$$y : \underline{y} = 16\ \ 35\tfrac{1}{3}$$

Fig. 7 stellt in 30facher Vergrösserung einen Doppelzwilling dar: zwei Zwillinge nach der Brachydiagonale sind nach dem Albitgesetz verwachsen, wodurch P und $\underline{P}$ unter $7^0\ 32'$ an einander stossen. An dem Krystall wurden folgende Winkel beobachtet:

	Berechnet:	Gemessen:
$M : e$	$= 43^0 27'$	$43^0 24'$
$M : p$	$= 61\ 35$	$61\ 26$
$\underline{M} : p$	$= 61\ 35$	$61\ 40$
$\underline{p} : \underline{p}$	$= 56\ 50$	$56\ 57$
$M : \bar{o}$	$= 65\ 20$	$65\ 14$
$\underline{M} : \underline{\bar{o}}$	$= 65\ 20$	$65\ 24$
$\bar{o} : \underline{\bar{o}}$	$= 49\ 20$	$49\ 11$
$y : \underline{y}$	$= 0\ 52\tfrac{2}{3}$	$0\ 58$

Die Spärlichkeit des Materials gestattete nur die Bestimmung der Kieselsäure, und zwar zu $60,2\ ^0/_0$. In vesuvischen Andesinen fand der Verf. früher*): Ia $= 62,36$; b $= 60,60$; II $= 58,53$. Herr Des Cloizeaux fand in einer Platte parallel »der schwierigen Spaltbarkeit« eine Auslöschungsrichtung parallel der Kante PM; im convergenten Licht erschien die Ebene der optischen Axen so schief zur Platte, dass die Lemniscaten kaum am Rande des Gesichtsfeldes sichtbar wurden; dies ist charakteristisch für den Andesin.

Den Andesin begleiten in dem Tuff Quarzkrystalle (bis 3 mm gross) und Biotittäfelchen.

Ref.: C. Hintze.

*) Pogg. Annal. **138**, 464 und **144**, 126.

55. F. Rinne (in Göttingen): **Ueber Milarit, Apophyllit und Rutil** (Neues Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w., 1885, **2**, 1—24). 1. Milarit. Es wurden 30 Platten optisch untersucht, parallel und senkrecht zur Längsaxe der Krystalle geschnitten. Ein Horizontalschliff, welcher durch die Flächen der hexagonalen Pyramide geht, zeigt im parallelen Lichte Sectoren mit innerem hexagonalen Felde, welches in der Umgrenzung der des Schliffes correspondirt und beim Drehen nur an einzelnen Stellen aufhellt; die Sectoren löschen nicht sehr einheitlich aus, parallel und senkrecht zur äusseren Begrenzung. Läuft der Schnitt durch die Säule unterhalb der Pyramidenflächen, so gehen auch hier von der Umgrenzung Sectoren in's Innere bis zu einem Hexagon correspondirender Stellung, welches wiederum ein innerstes hexagonales Mittelfeld, aber über Eck gestellt, enthält. Das zweite Hexagon ist in Sectoren getheilt, entsprechend der Projection der Pyramidenflächen des ersten Schliffs (also nicht correspondirend den Sectoren des äusseren Hexagons, denn beim Milarit sind ja die Pyramidenflächen auf die Kanten der Säule aufgesetzt). Das innerste Hexagon ist nun bei Schnitten durch die Säulenflächen auch stets in Felder getheilt, mehr oder weniger complicirt; bei einfacher Sechstheilung, entsprechend der Lage der Pyramidenflächen, sind die Auslöschungen parallel der Umgrenzung des innersten Hexagons. Eines oder mehrere Felder können aber auch weitere Zweitheilung bieten.

Je tiefer unterhalb der Pyramidenflächen die Schnitte gelegt werden, desto mehr dringen die zu den Prismenflächen gehörigen Sectoren in's Innere der Platte, die auf die Pyramidenflächen zu beziehenden Sectoren und das Innenfeld werden kleiner; weiter verschwinden die Pyramidensectoren und es bleibt ein kleines Innenfeld; auch dieses aber verschwand im Schliff durch die Mitte des Krystalls.

Abstumpfungsflächen der Prismenkanten bedingen das Auftreten zugehöriger kleiner Sectoren zwischen den grossen Prismenfeldern. Tritt die Basis auf und bleibt einem Horizontalschnitt erhalten, so kann ein genügend dünner Schliff in allen Stellungen dunkel bleiben; bei dickeren Schliffen erscheinen am Rande die Pyramidensectoren. Auch bei Verticalschnitten sind periphere Schliffe mit einer conservirten Säulenfläche einheitlich und löschen parallel und senkrecht zur Säulenkante aus. Mit dem Gypsblättchen kann man negative Doppelbrechung constatiren. In inneren Verticalschliffen erscheinen die Sectoren der anliegenden Prismen- und Pyramidenflächen.

Viele Krystalle zeigen natürliche Aetzfiguren, am deutlichsten in den centralen Flächentheilen, auf den Pyramidenflächen dreieckig, auf den Säulenflächen zweifach symmetrische Gestalten (letztere häufig unvollständig und dadurch scheinbar weniger symmetrisch). Künstliche Aetzung mit verdünnter Flusssäure erzeugt bei intacten Krystallen auf der Basis regulär sechsseitige Figuren: einfallende Pyramidenflächen, orientirt nach den äusseren; bei weiterem Aetzen entsteht innerhalb jeder Aetzfigur ein zweites, um 30^0 gedrehtes Hexagon, bis zum Verschwinden des ersten. Die Aetzfiguren auf den Pyramidenflächen sind bilateralsymmetrisch, die Spitzen der anliegenden Basis zugekehrt; auf dem Prisma zweifach symmetrisch wie die natürlichen Aetzfiguren, aber von anderem Habitus. Das Alles spricht für hexagonale Symmetrie. Auch die Winkelmessungen an einem Krystall widersprechen dem nicht, besonders in Anbetracht der wenig günstigen Flächenbeschaffenheit. Den Milaritkrystallen kommt also wohl als ursprüngliche Gleichgewichtslage die hexagonale zu; durch secundäre Umstände ist ein Zerfall derselben in Theile niederer Symmetrie angebahnt, und zwar für jedes Individuum eigenthümlich, denn er erweist sich abhängig von den Begrenzungselementen. Der Verf. vermuthet, dass beim Milarit die »secundären Umstände«

repräsentirt werden durch einen Druck der Oberflächentheile auf das Krystallinnere und einen Druck des durch Bildung natürlicher Aetzfiguren heraustretenden Krystallgerüstes auf die Zwischensubstanz. In Anbetracht der durch secundäre Ursachen verringerten Symmetrie kann man den Milarit »im Groben betrachtet« dem rhombischen System einreihen, obwohl, streng genommen, seine optischen Eigenschaften ihn in's asymmetrische System verweisen müssen.

2. Apophyllit. Krystalle von Andreasberg, Cziclowa, New Jersey, Fär Oer, Guanajuato und vom Radauthal im Harz wurden Aetzversuchen unterworfen. Die Aetzfiguren auf allen Flächen erfordern tetragonale Symmetrie. Beziehungen zu den optischen Feldern sind nicht zu erkennen. Krystalle aus dem Radauthale zeigten natürliche Aetzfiguren, in der Symmetrie den künstlichen entsprechend.

3. Rutil. Es wurden zwei Krystalle des seltenen Vorkommens aus dem Binnenthaler Dolomit gemessen. Schwarz, mit bläulichem Glanz, grösste Ausdehnung 1 mm. Der eine Krystall zeigt $m(110)\infty P$, $h(210)\infty P2$, $l(310)\infty P3$, $u(710)\infty P7$, $a(100)\infty P\infty$, $e(101)P\infty$ herrschend, $s(111)P$, $f(323)P\frac{3}{2}$, $g(212)P2$, $\nu(525)P\frac{5}{2}$ neu und eine Fläche von $(11.5.0)\infty P\frac{11}{5}$, letzteres also vielleicht nur Vicinale von $(210)\infty P2$. Eine ansehnliche Tabelle zeigt gute Uebereinstimmung der gemessenen Winkel mit den aus $a : c = 1 : 0{,}64404$ berechneten. Hier genügt anzuführen:

	Berechnet:	Gemessen:
$(111):(255)$	$= 16^0 12' 48''$	$16^0 10'$
$(011):(255)$	$= 12\ 13\ 14$	$12\ 21$
$(011):(\bar{2}55)$	$= 12\ 13\ 14$	$12\ 14$
$(100):(255)$	$= 77\ 46\ 44$	$77\ 42\frac{1}{2}$
$(110):(5.11.0)$	$= 20\ 33\ 22$	$20\ 30\frac{1}{2}$

Der andere Krystall, mit einem Hyalophan verwachsen, zeigt $e(101)P\infty$, $s(111)P$, $t(313)P3$, $a(100)\infty P\infty$, $m(110)\infty P$; hier stimmen die Messungen vollkommen.

Die von Herrn Kenngott erwähnte, selbständig vorkommende Form $e(101)P\infty$ wurde auch vom Verf. beobachtet.

Ref.: C. Hintze.

56. G. G. Stokes (in Cambrige): **Eigenthümliches Reflexionsphänomen an Krystallen von Kaliumchlorat** (On a remarkable phenomenon of crystalline reflection. Nature 1885, 31, 565). Schon 1854 hatte Herr Herapath dem Verfasser prachtvoll irisirende Krystalle von Kaliumchlorat übersendet und bemerkt, dass die Färbung von dem Incidenzwinkel abhängig und das reflectirte Licht nicht polarisirt sei. Doch reichte das damalige Material zu näherer Untersuchung nicht aus, erst neuerdings erhielt Verfasser genügend grosse Krystalle, um eine solche ausführen zu können.

Das Kaliumchlorat krystallisirt im monosymmetrischen System, die untersuchten Krystalle scheinen vorwiegend Combinationen von (110). (001). (010) *) gewesen zu sein, gewöhnlich tafelartig nach (001) ausgebildet. Sie waren gut spaltbar nach (110) und (001) und gewöhnlich nach letzterer Fläche verzwillingt.

Dreht man einen der irisirenden Krystalle in der Ebene der Basis, ohne den Incidenzwinkel des einfallenden Lichtes zu ändern, so verschwindet die Farbigkeit bei zwei bestimmten, um 180^0 auseinanderliegenden Stellungen und es zeigt sich bald, dass dies geschieht, wenn die Reflexionsebene die Symmetrieebene

*) Letztere Fläche bisher noch nicht beobachtet. D. Ref.

ist. Umgekehrt ist die Färbung am lebhaftesten, wenn die Reflexionsebene parallel der Trace des Orthopinakoides ist. Einen je grösseren Winkel sie mit dieser Fläche bildet, um so auffallender ist die Aenderung der Farbenintensität mit der Aenderung des Azimuths der Reflexionsebene. Aber nicht nur mit wechselndem Azimuth, auch mit wechselndem Incidenzwinkel ändert sich die Erscheinung. Bei einem kleinen Winkel beginnt sich Färbung zu zeigen, doch ist die Anfangsfarbe bei verschiedenen Krystallen verschieden; bei wachsender Incidenz nimmt sie indes nicht nur an Intensität zu, sondern sie ändert sich auch, und zwar folgen sich die Farben in der Reihenfolge ihrer Brechbarkeit, also auf roth orange, gelb etc. Das von dem Krystalle hindurchgelassene Licht ist stets complementär dem reflectirten. Dies ist auch die Ursache folgender Erscheinung: Wenn man durch einen Krystall, dessen reflectirtes Licht durch spectroskopische Untersuchung mit dem der Linie *D* übereinstimmend erkannt worden ist, ein mit *Na*-Licht beleuchtetes Blatt weissen Papiers betrachtet, so nimmt man einen nahezu kreisförmigen, dunklen Ring wahr, der an zwei gegenüber liegenden Stellen, welche der Trace der Symmetrieebene entsprechen, unterbrochen ist. Alle vom Papier nach der Unterseite des Krystalls reflectirten Strahlen, die unter jenem Incidenzwinkel auftrafen, bei welchem derselbe gelbes Licht reflectirt, wurden eben nicht hindurchgelassen und so erklärt sich die Erscheinung auf's Einfachste.

Wie schon Herr Herapath gefunden hatte, hat das ganze Phänomen mit Polarisation nichts zu thun, es entsteht unabhängig von der Natur des einfallenden Lichtes — ob polarisirt oder nicht — und ebenso wenig ist das reflectirte Licht polarisirt [d. h. linear. D. Ref.]. Lässt man jedoch senkrecht zur Reflexionsebene polarisirtes Licht einfallen oder analysirt man das reflectirte Licht, so dass die Polarisationsebene des Analysators zu jener Ebene senkrecht ist, so tritt die Farbenerscheinung mit grösserer Deutlichkeit auf, indem das neben dem farbigen reflectirte weisse Licht mehr oder minder zurückgehalten wird.

Am charakteristischsten für die ganze Erscheinung ist das Spectrum der reflectirten Strahlen. Bei sehr kleinem Incidenzwinkel ist es ein continuirliches, lässt man ihn wachsen, so tritt an irgend einer Stelle des Spectrums ein heller Streifen auf, der z. B. etwa dem grünen im Emissionsspectrum der Calciumsalze gleicht. Dieser Streifen hebt sich durch grössere Helligkeit von dem Hintergrunde des continuirlichen Spectrums auf's Deutlichste ab, zumal dessen Helligkeit zu beiden Seiten des Streifens etwas geringer zu sein scheint. Mit wachsendem Incidenzwinkel nimmt er nicht nur an Breite zu, sondern wandert auch nach dem violetten Ende des Spectrums. Hin und wieder zeigt sich nicht nur ein heller Streif, sondern man sieht deren mehrere. Im Spectrum des transmittirten Lichtes treten natürlich an Stelle der hellen dunkle Absorptionsstreifen.

Bald erkannte der Verfasser, dass alle die beschriebenen Erscheinungen nur an verzwillingten Krystallen auftreten, und zwar an solchen, wo zwischen zwei gleich orientirten Individuen eine dünne Lamelle in Zwillingsstellung nach (001) eingeschaltet ist. Die Dicke dieser Zwillingslamelle darf nicht mehr oder weniger als etwa 0,025 mm betragen, sonst ist das reflectirte Licht nicht farbig. Doch war sie bei jenen Krystallen, die den hellen Streifen bei der Minimalincidenz im Roth zeigten, dicker als bei jenen, die ihn im Violett aufwiesen. Das Experiment lehrt, dass von den drei Reflexionen, die ein einfallender Strahl erfährt — an der Ober- und Unterfläche der Krystalls, sowie an der Zwillingslamelle —, stets nur die an letzterer farbiges Licht liefert. Es ist nämlich von den drei Bildern eines schmalen Spaltes, die man durch die drei erwähnten Reflexionen erhält, nur das mittlere gefärbt. Eine weitere Bestätigung dieser Thatsache ist es noch, dass all'

jene Krystalle, deren Spectrum mehrere helle Streifen aufweist, auch stets mehrfach verzwillingt sind. Die Dünne der Zwillingslamelle ist sicher nicht allein der Grund der Erscheinung, sie muss auch zwischen zwei gleich orientirten Krystallen eingeschaltet sein, denn Verfasser sah an einfachen Zwillingen, bei denen er das eine Individuum zur äussersten Dünne abschliff, nie etwas von einer farbigen Reflexion.

Um Krystalle zu erhalten, welche die beschriebenen Erscheinungen zeigen, muss man eine Kaliumchloratlösung während der ersten Stadien des Auskrystallisirens beständig in Unruhe zu bringen suchen, wobei man sich wohl hüten muss, die anschiessenden Krystalle zu zerbrechen. Unter zahlreichen gewöhnlichen Krystallen wird man dann immer einige finden, welche die abnorme Reflexion sehen lassen.

Die Entstehung der beschriebenen Erscheinung scheint folgendermassen gedacht werden zu müssen: Ein Theil eines auf die Oberfläche eines Drillingskrystalles auffallenden Lichtstrahles wird reflectirt und zwar als theilweise polarisirter Strahl. Daher rührt jene Beimengung weissen Lichtes, die nach Verfassers Beobachtungen durch Benutzung eines Analysators ausser Wirksamkeit gesetzt werden kann. Ein zweiter Theil erfährt Doppelbrechung und die entstehenden beiden Strahlen liefern beim Auftreffen auf die Zwillingslamelle je einen linear polarisirten reflectirten Strahl und je zwei senkrecht zu einander polarisirte gebrochene Strahlen, deren Azimuthe wegen der verschiedenen optischen Orientirung mit denen der einfallenden beiden nicht zusammenfallen. Die beiden ordentlichen Strahlen, sowie die beiden ausserordentlichen interferiren nun mit einander und liefern also zwei farbige, senkrecht zu einander polarisirte Strahlen. Diese werden an der Unterseite der Zwillingslamelle auf's Neue reflectirt und erfahren dann an der Oberseite beim Uebergang in den ersten Krystall wiederum Doppelbrechung, wobei also wieder zwei ordentliche und zwei ausserordentliche Strahlen entstehen, die mit den ursprünglich reflectirten gleiche Azimuthe haben, mit ihnen also interferiren werden. An der Oberseite des Krystalls langen demnach zwei farbige, senkrecht zu einander polarisirte Lichtstrahlen von bestimmter Phasendifferenz an, die sich zu einer elliptisch polarisirten Welle zusammensetzen. Die Farben kommen hiernach nur zu Stande, wenn jeder der beiden Strahlen beim Eintritt in die Zwillingslamelle zwei Strahlen von einer gewissen Intensität liefert, d. h. wenn die Schwingungsrichtungen in der Zwillingslamelle merklich verschieden von denen der beiden auf dieselbe auftreffenden Strahlen sind. Fallen letztere in die Symmetrieebene oder bewegen sie sich parallel der Zwillingsebene, so sind die Schwingungsrichtungen beiderseits von der letzteren gleich, in Folge dessen erscheinen keine deutlichen Farben, wenn das Licht unter sehr kleinem Winkel gegen die Zwillingsebene auffällt, und gar keine in der Richtung der Symmetrieebene.

Ref.: L. Grünhut.

57. L. D'A. J.: Eisenerzvorkommnisse in Indien (Indian Steel. The monthly, formerly quarterly Journal of Science 1885, **22**, 710). Die Arbeit enthält ein ausführliches, geographisch geordnetes Verzeichniss der indischen Fundorte von Eisenerzen, insbesondere von Magneteisen und Laterit, als den für die Herstellung des »Wutz« wichtigsten Rohmaterialien. Als Grundlage für die Bearbeitung hat Herrn Ball's »Economic Geology«, London 1881, gedient.

Ref.: L. Grünhut.

58. C. D. Ahrens: Ein neues Polarisationsprisma (On a new form of polarizing prism. Journ. of the Royal microscopical Society 1884 [2], **4**, 2, 533). Bei diesem neuen Prisma wird nicht, wie bei dem Nicol'schen, der ordentliche Strahl durch totale Reflexion abgelenkt, sondern er wird so weit seitlich gebrochen, dass er vernachlässigt werden kann. Zu diesem Zwecke muss das Licht drei mittelst Canadabalsam aneinander gekittete Kalkspathkeile (s_1, s_2, s_3) passiren. Die brechende Kante des ersten und letzten derselben liegt der Hauptaxe parallel, die des mittleren steht senkrecht auf der den brechenden Winkel halbirenden Hauptaxe. Beim Austritt aus dieser Combination bilden die beiden Strahlen etwa gleiche Winkel mit der Axe derselben. Ein auf den letzten Kalkspathkeil aufgekittetes, zugleich achromatisirendes Glasprisma (g) lenkt den einen derselben wiederum in eine der Axe des Instruments parallele Richtung, während der andere noch weiter seitwärts abgelenkt wird (für *Na*-Licht 59° 30′), so dass er nicht in das Gesichtsfeld des Beobachters geräth. Der Hauptvortheil dieses Prismas gegenüber dem Nicol'schen ist der, dass es nur etwa zweimal so lang, als breit ist, mithin beim Gebrauch als Analysator das Gesichtsfeld nicht so verkleinert. Beim Nicol'schen Prisma verhält sich Breite zur Länge wie 1 : 3,3.

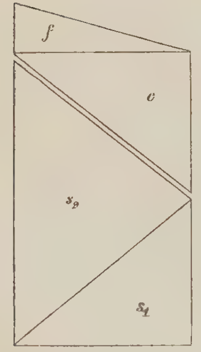
Fig. 1.



Ref.: L. Grünhut.

59. H. G. Madan (in Eton): **Eine Abänderung an Ahrens' Prisma** (On a modification of Foucault's and Ahrens' polarizing prisms. Nature 1885, **31**, 371). Die mathematische Analyse des Weges des parallel der Axe des Instruments eintretenden Lichts in Ahrens' Prisma (s. oben) lehrte den Verfasser, dass der ordentliche Strahl unter einem Winkel von 42° 35′ auf die zweite Oberfläche des mittleren Kalkspathprismas (s_2) auftrifft. Da sein Grenzwinkel gegen Luft nur 37° 12′ ist, so muss, wenn man den Strahl — wie bei Foucault's Prisma — auf eine dünne Luftschicht auftreffen lässt, totale Reflexion erfolgen, und nur der ausserordentliche wird weitergehen, so dass man des dritten Prismas s_3 nicht mehr bedarf. Der ausserordentliche Strahl ist auch nahezu achromatisch, Verfasser fand seine Ablenkung von der Axe des Instrumentes

Fig. 2.



für Fraunhofer's Linie	*C*	12° 35′
	F	12 20

Diese Ablenkung sowohl, wie grösstentheils auch die ja nur geringe Dispersion wird schliesslich noch durch ein gewöhnliches, passend gewähltes achromatisches Prisma (c Crownglas, f Flintglas) aufgehoben.

Was oben für den parallel der Prismenaxe eintretenden Strahl gesagt wurde, gilt für alle übrigen, die einen Winkel von weniger als 14° mit der Axe bilden. Man hat also noch ein Diaphragma anzubringen, welches das Gesichtsfeld auf 28° beschränkt. Das gewöhnliche Nicol'sche Prisma hat ein Gesichtsfeld von 29°, das Foucault'sche ein solches von nur 8°.

Ref.: L. Grünhut.

XXXV. Ueber künstliche Silberkrystalle.

Von

G. vom Rath in Bonn.

(Mit 8 Holzschnitten.)

Herr Prof. Ulrich in Hannover zeigte mir bei Gelegenheit eines Besuches, welchen ihm zu machen im Herbst 1884 mir vergönnt war, eine Anzahl kleiner durch den elektrischen Strom erzeugter Silberkrystalle und hatte später die Güte, die interessanten Gebilde meiner genaueren Untersuchung anzuvertrauen. So wurde es mir möglich, nicht nur das bisher an einem einzigen Krystall durch Dauber beobachtete Hexakisoktaëder $7O\frac{7}{5}(751)$ wieder zu finden (d. h. ohne Kenntniss der früheren Angabe dasselbe neu zu bestimmen), sondern auch früher nie gesehene Formen, $2O2(211)$*), $3O(331)$, $\frac{5}{2}O(552)$, $\frac{3}{2}O(332)$, an künstlichem Silber nachweisen zu können. — Herr Ulrich begleitete die Sendung mit folgenden Worten: »Die Krystalle sind erhalten worden bei einem Versuche mit Hülfe des elektrischen Stroms aus unreinem güldischen Silber das Silber rein abzuscheiden und gleichzeitig das Gold zu gewinnen. Die Hauptmasse des Silbers hatte sich in dendritischer Form in äusserst kleinen Dendriten abgeschieden; die beifolgenden Krystalle sind aus ca. 40 Pfund Silber ausgesucht. Einen praktischen Erfolg hatte der Versuch damals nicht; heute, wo die elektrische Kraft weniger kostet, wird vielleicht ein besseres Resultat zu erzielen sein« (5. April 1885).

Angesichts der vorliegenden, durch den Scharfblick des Herrn Ulrich erkannten und ausgesuchten 44 Kryställchen (deren Grösse zwischen 1 und 7 mm schwankt) ist wohl ein Zweifel gestattet an der Richtigkeit der Worte

*) Ueber eine wahrscheinlich auf einem Druckfehler beruhende Angabe von $2O2$ s. L. Fletcher, Crystallogr. Notes, Phil. Mag. S. V, **9**.

»das Silber bietet der rein krystallographischen Forschung wenig Spielraum«, mit denen ein ausgezeichneter, früh vollendeter Forscher eine dem Silber gewidmete Untersuchung einleitete*).

Die Mannigfaltigkeit und das wechselnde Aussehen unserer Krystalle wird theils durch das Auftreten verschiedener Combinationsgestalten, theils durch Zwillingsbildung bedingt.

Folgende Formen wurden beobachtet:

$$O(111),\ \infty O\infty(100),\ \infty O(110),\ 2O2(211),\ 3O(331),\ \tfrac{5}{2}O(552),\ \tfrac{3}{2}O(332),\ 7O\tfrac{7}{5}(751).$$

Bemerkenswerth ist es gewiss, dass an diesen durch den elektrischen Strom erzeugten Krystallen weder $3O3(311)$, das in der Krystallisation des Silbers und des Goldes so wichtige Ikositetraëder, noch auch irgend einer der an anderen Vorkommnissen so häufigen Pyramidenwürfel $\infty O4(410)$, $\infty O3(310)$, $\infty O\frac{5}{2}(520)$, $\infty O2(210)$, $\infty O\frac{7}{4}(740)$ beobachtet wird.

Unter den aufgeführten Formen verdienen eine besondere Erwähnung das bisher — soweit mir bekannt — nicht beschriebene Pyramidenoktaëder $\frac{5}{2}O$ und das Hexakisoktaëder $7O\frac{7}{5}$.

Für $\frac{5}{2}O$ betragen die längeren (oktaëdrischen) Kanten $31^{0}\,35'$, die kürzeren (ähnlich den Dodekaëderkanten liegenden) $33^{0}\,33\frac{1}{2}'$. Die Höhe der Pyramiden, welche gleichsam auf die Fläche des eingeschriebenen Oktaëders aufgesetzt erscheinen, beträgt $\frac{1}{4}$ der halben Flächenaxe des Oktaëders. Die neue Form steht in einer interessanten Beziehung zum Ikositetraëder $2O2$; die Neigungen der Flächen beider Formen zur Oktaëderfläche desselben Quadranten sind nämlich gleich und zwar $= 19^{0}\,28\frac{1}{2}'$. Hieraus erhellt, dass, wenn in Folge der Zwillingsbildung (Zwillingsebene eine Oktaëderfläche) eine Fläche $2O2$ des einen und eine $\frac{5}{2}O$ des anderen Individs in demselben Oktanten neben einander fallen, sie vollkommen in e i n e m Niveau liegen.

$7O\frac{7}{5}$ gehört zu derjenigen Abtheilung der Hexakisoktaëder, deren Flächen in die Zone zwischen einer Fläche des Ikositetraëders $3O3$ und einer anliegenden Fläche ∞O fallen. Ihre Formel muss bekanntlich der Bedingung $\left(a : \frac{1}{m-2}\, a : \frac{1}{m}\, a\right)$ entsprechen. Es berechnen sich für $7O\frac{7}{5}$ die

oktaëdrischen	Kanten	13° 16′
hexaëdrischen	-	18 48
dodekaëdrischen	-	38 7½

Unter den zahlreichen Zonen, in welche die Flächen dieses interessanten Hexakisoktaëders fallen, mögen hier nur hervorgehoben werden:

---

*) A. Sadebeck, Ueber die Krystallotektonik des Silbers, in Tschermak's, Mineralog. und petrogr. Mitth. 1878, **1**, 293.

$$O(111) : 2O2(1\bar{1}2) : 7O\tfrac{7}{5}(517),$$
$$O(1\bar{1}1) : \;\; 2O(122) : 7O\tfrac{7}{5}(517),$$
$$3O(3\bar{1}3) : 2O2(112) : 7O\tfrac{7}{5}(517),$$
$$O(\bar{1}11) : 7O\tfrac{7}{5}(\bar{1}57) : 7O\tfrac{7}{5}(715) : 2O2(112).$$

Das elektrolytisch dargestellte Silber bietet nun gewiss eine merkwürdige Bestätigung der mehrfach beobachteten Thatsache dar, dass einer gewissen Bildungsweise der Krystalle oder gewissen Bedingungen, unter denen sie entstanden, eine besondere Form oder Combination entspricht. Wie an den vorliegenden Krystallen $7O\frac{7}{5}$ als eine der wichtigsten Formen erscheint, so auch an jenem gleichfalls elektrolytisch dargestellten Silberkrystall (3 bezw. 2,5 mm gross, 91 mg schwer), welchen der zu früh der Wissenschaft entrissene ausgezeichnete Krystallograph Dauber beschrieb*).

Unter den einfachen Krystallen der vorliegenden kleinen Collection befinden sich solche von höchst symmetrischer, modellähnlicher Regelmässigkeit, während andere, gleichfalls einfache Individuen in hohem Grade durch verschiedenartige Ausdehnung gleichwerthiger Flächen bezw. durch Ausfall einiger derselben unregelmässig erscheinen und deshalb nicht immer leicht zu deuten sind.

Unter den regelmässig gebildeten Formen dürfte zunächst Erwähnung finden die Combination des herrschenden O mit untergeordneten, wenigstens in vier Oktanten symmetrisch auftretenden Flächen $2O2$, $3O$, dazu $\infty O\infty$.

Ein Kryställchen (2 mm gross) von bewundernswerther Symmetrie ist in Fig. 1 dargestellt, eine Combination von $i = 2O2$ und $x = 7O\frac{7}{5}$; dazu sehr untergeordnet $\infty O\infty$. Die Regelmässigkeit der Bildung ist hier eine so ungewöhnliche, dass der erste Anblick desselben bei künstlichem Licht

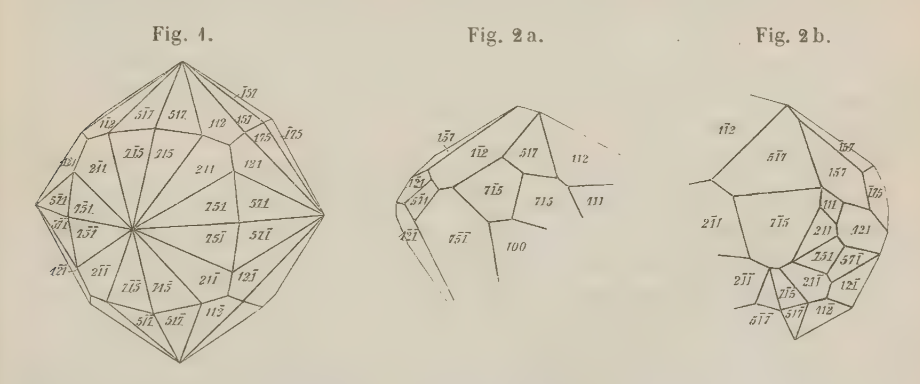


Fig. 1. Fig. 2a. Fig. 2b.

den Verdacht entstehen liess, es sei durch Irrthum ein kleiner geschnittener Edelstein unter die Silberkrystalle gekommen. In der That ähnelt die oktaëdrische Ecke einigermassen dem Unterkörper eines Brillants.

*) Annalen d. Chemie u. Pharmacie 1851, **78**, 68.

Erwähnenswerth sind ferner vollkommen modellähnliche Ikositetraëder 2O2 (die Flächen zart gestreift parallel der unsymmetrischen Diagonale) mit punktförmig abgestumpften oktaëdrischen Ecken. Sehr schön findet sich auch der Mittelkrystall von Oktaëder und Ikositetraëder, eine von 8 gleichseitigen und 24 gleichschenkligen Dreiecken umschlossene Form.

Der Würfel, welcher bekanntlich an den natürlichen Krystallen vorzugsweise herrscht, kommt an den einfachen Individuen der Collection nur untergeordnet vor.

Sehr verschieden von diesen symmetrischen Kryställchen erscheinen andere, deren Flächen sich fast ganz regellos ausdehnen, bezw. bis zum Verschwinden zurücktreten. Die Entzifferung der letzteren Gebilde ist zuweilen eine schwierige Aufgabe, sodass ich an den durch Hessenberg untersuchten Binnit erinnert wurde, von welchem der ausgezeichnete Forscher sagt: »für die blosse Augenschätzung erschien er als ein unlösbares Räthsel, ja es war ohne allseitige Messungen unmöglich, sich auch nur über den tesseralen Charakter zu vergewissern«*). Um auch von diesen verzerrten Krystallen eine Anschauung zu gewähren, habe ich in Fig. 2a und b ein 2 mm grosses Exemplar in möglichster Naturtreue zur Darstellung gebracht. Die eine Ansicht ist gegen die andere 180° um die Verticalaxe gedreht. Die in den Zeichnungen fehlenden Partien sind am Krystall theils in Folge der Aufwachsung, theils durch Störungen nicht erkennbar. Ein Vergleich der Indices der Figg. 2a und b mit Fig. 1 wird nun die grosse Unregelmässigkeit im Auftreten homologer Flächen sogleich erkennen lassen. In Folge dieser Verzerrungen und des unregelmässigen Flächenfortfalls treten viele, zum Theil überraschende Kantenrichtungen in die Erscheinung.

Der Zwillingsbildung der vorliegenden Silberkrystalle liegt stets dasselbe Gesetz (Zwillings-Ebene eine Oktaëderfläche) zu Grunde; doch ist die Erscheinungsweise auch hier eine wechselnde, indem bald eine prismatische Ausbildung deutlich hervortritt, bald der Zwilling eine mehr isometrische Form bewahrt.

Figg. 3a, 3b stellen einen 3 mm langen, 1 mm dicken Zwilling dar, einen unter diesen Kryställchen häufigen Typus, stets nur an einem Ende ausgebildet. Fig. 3b ist eine gerade Projection auf diejenige Dodekaëderfläche, welche normal zur Zwillingsebene liegt. In Fig. 3a ist der Zwillingsebene die Stellung der brachydiagonalen Axenebene rhombischer Krystalle gegeben. An der Endigung eines jeden Individs betheiligen sich: je eine Fläche des Würfels (a), des Oktaëders (o), eines Pyramidenoktaëders ($u = 3O$) und drei Ikositetraëderflächen ($i = 2O2$). Der Querschnitt des Zwillingsprismas ist ein durch zwei Flächen i bezw. $\underline{i}$ gebildetes symme-

*) Hessenberg, Mineralog. Notizen, Neue Folge, 9. Heft. Abh. Senckenberg. Naturf. Ges. **10**.

trisches Dreieck, dessen Flächen die Winkel 70° 32′ und 38° 56′ bilden. Jene ersteren Kanten werden durch je drei Flächen (O, $3O$) modificirt, während die scharfe Kante an der Zwillingsgrenze durch die beiden In-

Fig. 3a.

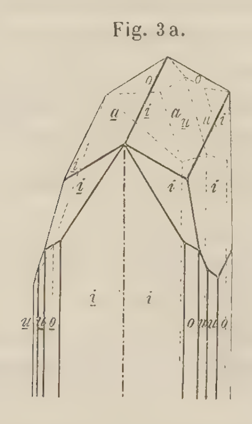
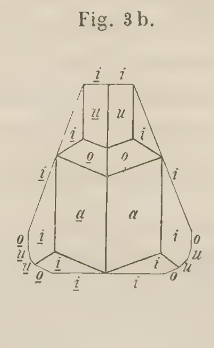


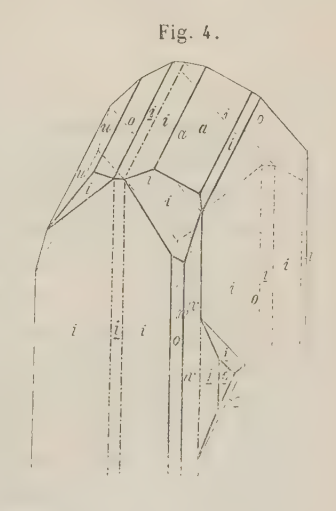
Fig. 3b.



dividuen gemeinsame Ikositetraëderfläche abgestumpft wird. Häufiger noch ist das Zwillingsprisma rectangulär, indem die der Zwillingsebene parallelen Oktaëderflächen sich ausdehnen, — gewöhnlich etwas mehr als die an der Zwillingsgrenze in ein Niveau fallenden Ikositetraëderflächen.

Zuweilen ist der Zwilling nicht symmetrisch ausgebildet, vielmehr ist ein Individ auf eine eingeschaltete feine Lamelle beschränkt. Ein solches Kryställchen, 5 mm lang, $1\frac{1}{4}$ mm breit, $\frac{3}{4}$ mm dick, ist naturgetreu in Fig. 4 dargestellt. Wenn wir absehen von der feinen Zwillingslamelle (weniger als $\frac{1}{10}$ mm dick), so bietet sich ein einfaches Individ dar, verlängert in der Richtung einer Zwischenaxe (Oktaëderkante). Die vordere Seite der Endigung zeigt sehr schön die in eine Zone fallenden Flächen $i(2O2)$, $a(\infty O\infty)$, i, $o(O)$, endlich zwei $u(3O)$, während auf der weniger reich entwickelten Hinterseite die Flächen selbstverständlich in umgekehrter Folge sich reihen. Die Zwillingslamelle ist lediglich von Flächen i umgeben und bringt sehr schön den hexagonalen Schnitt des Ikositetraëders $2O2$ zur Anschauung. Auf der vorderen Seite der Endigung fällt das $\underline{i}$ der Lamelle mit dem i des herrschenden Individs ins Niveau; auf der hinteren Seite bildet i eine Abstumpfung der Kante $\infty O\infty : O$ (54° 44′).

Fig. 4.

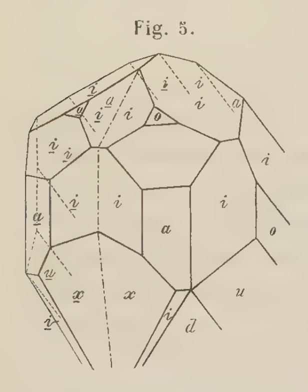


Ein Krystallelement von gleicher Stellung wie die Zwillingslamelle

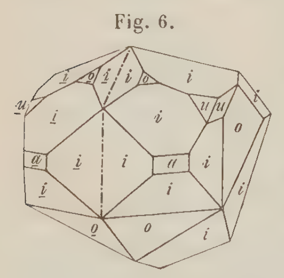
ruht auf der rechten herrschenden Oktaëderfläche; eine Gruppirung, welche gar nicht selten beobachtet wird.

Im vorliegenden Falle gewinnt dieselbe dadurch an Interesse, dass wir ein Coincidiren der verticalen Fläche $\underline{i}$ $(2O2)$ der stumpfen dreiseitigen Pyramide mit einer Fläche $w = \frac{3}{2}O$ unmittelbar wahrnehmen können. Es dürfte hier die Bemerkung eine Stelle finden, dass in dreifacher Weise im regulären System hexagonale Pyramiden an den Enden der rhomboëdrischen (trigonalen) Axen zur Erscheinung kommen können: 1) durch das Tetrakishexaëder $\infty O2$; 2) durch die Hexakisoktaëder von der Formel $mO\frac{2m}{m+1}$; endlich 3) durch eine Combination von $2O2$ mit $\frac{3}{2}O$.

Am Krystall Fig. 4 ist auch die hintere linke Kante des rectangulären Prismas modificirt durch $w = \frac{3}{2}O$, sowie durch $v = \frac{4}{3}O$.


Fig. 5.

Einen bewundernswerth symmetrischen Zwilling, 5 mm gross, von mehr isometrischem Bau stellt Fig. 5 dar. Im Gegensatze zu Fig. 3 ist hier dasjenige Ende, an welchem die Oktaëderflächen (eine ausspringende Kante von 38° 56′ über der gemeinsamen Ikositetraëderfläche bildend) liegen, nach vorne gewandt. Die hintere Seite der Endigung bietet die Zone $i : a : i\underline{i} : \underline{a} : \underline{i}$ dar. Der in der Fig. 5 nicht zur Anschauung gebrachte Theil des Krystalls war aufgewachsen. Während der vorliegende Zwilling im Allgemeinen beim ersten Anblick zu entziffern war, boten die mit $x\underline{x}$ bezeichneten, zu einer einspringenden Kante an der Zwillingsebene sich begegnenden Flächen einige Schwierigkeiten dar. Es sind einzelne, ausgedehnte, trefflich gebildete Flächen von $7O\frac{7}{5}$ und zwar: — wenn die verticale $\underline{i} = (112)$ (s. Fig. 1), die sehr schmale Fläche $\underline{i}$ links unten $= (1\bar{1}2)$, so ist $\underline{x} = (715)$. Eigenthümlich ist am unteren Ende das Zusammentreffen der Flächen d, i, x; auf den ersten Blick könnte man wähnen, dass sie in einer Zone liegen; dies ist indess nur angenähert der Fall.


Fig. 6.

Dass die Zwillinge dieses Typus zuweilen auch stark verkürzt sind, zeigt das überaus zierliche modellähnliche Kryställchen, von welchem Fig. 6 eine Anschauung zu geben versucht. Die Stellung ist die nämliche, in welcher der Krystall Fig. 5 gezeichnet wurde. Bemerkenswert hist hier auch das Auftreten von je zwei Flächen des Pyramidenoktaëders u. Die Betrachtung dieser Zwillinge, deren zierlicher Bau die interessantesten Combinationen und Formen

zur Erscheinung bringt, gewährt eine wahrhafte krystallographische Freude, von welcher die Figuren leider kaum eine Ahnung erwecken werden.

Die Flächen sind zwar im Allgemeinen gut gebildet, sodass eine Bestimmung derselben durch Messung mit Sicherheit erfolgen kann. Mit Rücksicht auf die etwas verschleierten Reflexbilder wurde bei den Messungen ein dem Goniometer sehr genähertes Licht benutzt.

Da bei diesem Verfahren die Resultate nicht sehr genau sein können, so wurde von einer Mittheilung der zahlreichen gemessenen Kantenwinkel abgesehen.

XXXVI. Ein Beitrag zur Kenntniss der optischen Anomalien am Flussspath.

Von

E. Hussak in Bonn a. Rh.

(Hierzu Tafel X.)

Bekanntlich hat im letzten Jahrzehnt das Studium der optischen Anomalien der Krystalle das Interesse vieler Mineralogen gefesselt, insbesondere seit dem Erscheinen der Arbeit Mallard's. Das Verdienst aber, auf das optisch anomale Verhalten vieler, regulärer und doppeltbrechender Mineralien aufmerksam gemacht und dieselben auch sorgfältig studirt zu haben, gebührt in erster Linie D. Brewster.

Während es bei den doppeltbrechenden Mineralien in vielen Fällen unschwer gelang, die optischen Anomalien zu erklären, boten die regulären Mineralien schon grössere Schwierigkeiten dar und wurden deshalb Gegenstand zahlreicher Arbeiten, von denen hier nur die wichtigsten Autoren, Klocke, Klein, Ben-Saude und Brauns erwähnt werden mögen.

Von natürlichen und künstlichen Krystallen des regulären Systems wurden bisher folgende als optisch anomal erkannt und studirt: Die Alaune, Chlornatrium, Chlorkalium, Bromkalium, Jodkalium, Arsenige Säure, Senarmontit, Diamant, Flussspath, die Granate, Analcim, Leucit, Zinkblende, Perowskit, Boracit, Barium-, Strontium-, Blei-Salpeter, Natriumchlorat, Kaliumplatinchlorid, Methylbenzhydroxaminsäure, Diphenyldodekachlorid u. a. m. Ueberblickt man die angeführte Reihe der optisch anomalen, regulär krystallisirten Substanzen, so kommt man unwillkürlich auf den Gedanken, dass durch fortgesetzte Studien die Zahl der optisch sich normal verhaltenden regulären Mineralien eine immer kleinere und möglicherweise schliesslich gleich Null werde, umsomehr, da gerade diejenigen Mineralien, die bisher als Musterbeispiele für das reguläre Krystallsystem galten, keine

Uebereinstimmung zwischen den geometrischen Eigenschaften und dem optischen Verhalten aufweisen. In die Reihe dieser Mineralien gehört, wie erwähnt, auch der Flussspath. — Die ersten Mittheilungen über das optische Verhalten einiger Flussspathkrystalle verdanken wir ebenfalls D. Brewster*), der bei der Untersuchung dicker, parallel den Würfelflächen geschliffener Platten im parallelen polarisirten Lichte und mit Anwendung eines Gypsblättchens fand, dass dieselben in vier doppeltbrechende Felder zerfielen und jedesmal dann vollständige Auslöschung zwischen gekreuzten Nicols erfolgte, wenn die Diagonalen der Würfelfläche einem Nicolhauptschnitte parallel waren.

Mallard**), der zunächst Flussspathkrystalle an orientirten Schliffen parallel (100)$\infty O \infty$ und (111)O untersuchte, kam zu folgendem Resultate:

»Si l'on découpe des lames minces de fluorine parallèles aux faces du cube, on obtient, entre deux Nicols croisés, une extinction à peu près complète suivant un côté du carré, et suivant une diagonale, une sorte de marqueterie formée de carreaux gris et noirs, dont les côtés sont respectivement parallèles à ceux du carré (Taf. X, Fig. 1). Les diagonales se marquent assez nettement, surtout lorsque le plan de polarisation est parallèle au côté, parce qu'alors elles s'éclairent. On observe en même temps généralement une bordure se distinguant du noyau par une teinte d'une intensité différente.

»Une lame parallèle à une face octaédrique (c'est la direction du clivage) montre une marqueterie analogue, mais formée par une système de lignes parallèles et perpendiculaires aux côtés du triangle de la lame, séparées par les trois diagonales du triangle. Le lignes du réseau s'éteignent respectivement suivant le côté correspondant du triangle. Le diagonales s'éteignent suivant les diagonales elles-mêmes« (Taf. X, Fig. 2).

Aus diesen Beobachtungen folgert Mallard:

»Ces phénomènes montrent clairement que le réseau de la fluorine n'est pas cubique. Ils s'expliquent d'ailleurs simplement en admettant dans la fluorine un assemblage de cristaux rhombiques analogue à celui de l'analcime, et se traduisant au dehors, comme dans cette substance, par les stries parallèles aux côtés, et les pyramides surbaissées qu'on observe sur un grand nombre de faces cubiques. Seulement les cristaux composants, au lieu de se séparer assez nettement comme dans l'analcime, se mélangent en général plus ou moins complétement.«

Ausser diesen gleichfalls kurzen Angaben Mallard's über die Doppelbrechung des Flussspaths findet sich in der Literatur nur in den mineralo-

*) Transact. of the Soc. of Edinburgh, Nov. 1815, **8**, 20.

) Siehe diese Zeitschr. **1, 315.

gischen Lehrbüchern von Tschermak*) und Rosenbusch**) die kurze Angabe, dass der Flussspath zuweilen Spuren von Doppelbrechung zeige.

Die vorliegenden Untersuchungen am Flussspath sollten dazu dienen, die Mallard'schen Angaben an grösserem Materiale zu prüfen und zu erweitern, wie auch zu versuchen, ob sich die Ursachen der optischen Anomalien bei diesem Mineral nicht ebenfalls, wie dies durch Klocke's und Klein's Untersuchungen geschah, auf ungezwungenere Weise erklären lassen, als dies durch Mallard's Deutung möglich ist, umsomehr als ja auch beim Flussspath das optische Verhalten mit den geometrischen Eigenschaften im hohen Grade im Widerspruch steht.

Alle Untersuchungen wurden im mineralogischen Institut der Universität Kiel während des Studienjahres 1885/86 an Materialien des Institutes ausgeführt. Es dienten zu denselben durchwegs orientirt geschliffene, je nach der Stärke der Doppelbrechung, die bei den Flussspäthen der verschiedenen Fundorte sehr schwankt, dünnere oder dickere Plättchen parallel $(100)\infty O\infty$, $(111)O$, $(110)\infty O$, welche meist mittelst eines grossen Voigt und Hochgesang'schen Mikroskopes und mit Anwendung eines Gypsblättchens Roth I. Ordnung in der bekannten Weise zwischen gekreuzten Nicols geprüft wurden. Ein Theil der Dünnschliffe wurde von der Firma Voigt und Hochgesang hergestellt und konnte an diesen grösseren Platten, wie auch an drei grossen polirten Flussspathplatten und -Würfeln, von Steeg und Reuter bezogen, auch die Untersuchung im Fuess-schen Stauroskop und z. Th. im homogenen (Na-)Lichte vorgenommen werden.

Es kamen folgende Flussspäthe zur Untersuchung:

1) Weardale, Cumberland, lichtviolett, $(100)\infty O\infty . (310)\infty O3$.

2) Marienberg, Sachsen, $(100)\infty O\infty$, dunkelviolett, mit prachtvollem zonalem Bau und Flächenparquettirung.

3) Moldowa, Banat, $(111)O$, grün mit weisser, impellucider Rinde.

4) Annaberg, Sachsen, gelb, $(100)\infty O\infty . (211)2O2 . (110)\infty O$.

5) Schlaggenwald, dunkelviolett, $(100)\infty O\infty . (111)O$, mit prachtvollem zonalem Bau.

6) Gersdorf, Sachsen, gelb, $(100)\infty O\infty$.

7) Alstonmoor, gelb, $(100)\infty O\infty$, mit Flächenparquettirung (Stürtz).

8) Freiberg, gelb, $(100)\infty O\infty . (111)O$.

9) Freiberg, weiss, $(100)\infty O\infty$.

10) Cornwall, grün, $(310)\infty O3 . (100)\infty O\infty$, zonal gebaut, mit zarten blauen Anwachsstreifen.

---

*) Lehrbuch der Mineralogie, 1884.

**) Mikrosk. Physiogr. d. petrogr. wichtig. Mineralien, 1886.

11) Zinnwald, dunkelviolettbraun, grosser $\infty O \infty$, prachtvoll zonal gebaut (Stürtz).

12) Göschener Alpe, roth, (111)O, bedeckt von zahllosen Aetzgrübchen (Stürtz).

13) Mina de Dolores, Chalchihuites, Zacatecas, Mexico, smaragdgrün, Spaltungsstücke. Mit Kalkspath, Schwefelkies, Bleiglanz und anderen Erzen, phosphorescirt beim Erwärmen prachtvoll, sehr reich an Einschlüssen. (Geschenk des Herrn Dr. O. Mügge in Hamburg.)

14) Cumberland. Zwei Platten parallel (100)$\infty O \infty$, $2\frac{1}{2}$ mm dick, aus ein und demselben Würfel geschnitten und polirt; die eine ist blau, die andere violett (Steeg und Reuter.)

15) Cumberland. Grosser Fluorescenzwürfel, geschliffen und polirt, parallel (100)$\infty O \infty$ (Steeg und Reuter).

16) Stolberg, Harz, weiss-schwachgrünlich, (100)$\infty O \infty$.(111)O, auf Eisenspath.

17) Stolberg, Harz, grün, grosser $\infty O \infty$, mit gelbem Kern und blaugrünen Anwachsstreifen. Oberfläche bedeckt von zahlreichen, relativ grossen Elementarkrystallen (Stürtz).

18) Fürstenberg, Sachsen, lichtgrün, (100)$\infty O \infty$.(111)O.(110)∞O.

19) Stolberg, Harz, grün, Spaltungsstücke.

20) Freiberg, lichtrosa, (100)$\infty O \infty$. Loser, fast vollständig ausgebildeter Krystall.

Optische Untersuchung der orientirt geschliffenen Flussspathplatten im parallelen und convergenten polarisirten Lichte.

I. Schliffe parallel (100)$\infty O \infty$.

Da durch die vorliegenden Untersuchungen nachgewiesen wurde, dass sich die Flussspathoktaëder im Grossen und Ganzen in Bezug auf die optisch-anomalen Erscheinungen ganz gleich wie die Würfel oder die Combinationen von (100)$\infty O \infty$ mit (111)O und mit anderen Formen, wie mit (310)$\infty O3$, (110)∞O u. a. verhalten, so soll hier die Besprechung aller Würfelschnitte zusammen gegeben werden.

Vorwaltend würfelförmig ausgebildete Krystalle.

Das beste Beispiel für die optischen Anomalien des Flussspaths sind die hellgelben, an Flüssigkeitseinschlüssen armen Würfel von Alstonmoor, welche mit Baryt und Pyrit verwachsen sind und auch eine ausgezeichnete Flächentäfelung, vorstehende zarte Rippen, den Diagonalen der Würfelflächen parallel gehend, zeigen. Untersucht man nun einen Würfelschnitt zwischen gekreuzten Nicols unter dem Mikroskop und stellt man eine Würfelkante der Schwingungsrichtung eines Nicols parallel, so treten im schwarzen Felde zahlreiche breite, kurze, doppeltbrechende Lamellen hervor, die

den Diagonalen der Würfelfläche genau parallel gehen, also ein System rechtwinklig gekreuzter hellgrauer Streifen bilden, parallel den Combinationskanten des angespaltenen Oktaëders verlaufend (Fig. 3).

Bei Anwendung des Gypsblättchens Roth I. Ordnung tritt die Doppelbrechung der Lamellensysteme besonders deutlich hervor, da die mit der Richtung der c-Axe des Gypses zusammenfallenden Lamellen mit lebhaft blauer, die darauf senkrechten aber mit schwach orangerother Interferenzfarbe hervortreten.

Dreht man das Präparat um 45°, so werden diese Lamellen vollständig ausgelöscht und es treten viel zahlreichere, aber schmälere und längere doppeltbrechende Lamellen hervor, die den Würfelkanten genau parallel gehen (Fig. 4); zwischen diesen finden sich noch zahllose, überaus zarte Streifchen nach derselben Richtung angelagert, so dass das Bild ein den Mikroklinschnitten nach $0P$ sehr ähnliches ist.

Diesen Fall, gekreuzte doppeltbrechende Lamellen parallel den Würfelkanten gehend, hat bereits Mallard am Flussspath beobachtet; von einer den Diagonalen der Würfelkanten parallel verlaufenden Streifung ist jedoch nicht die Rede, wohl aber erwähnt dieser Forscher, dass bei paralleler Stellung der Würfelkanten zu den Nicolhauptschnitten eine Feldertheilung der Würfelschnitte auftrete, indem die Diagonalen derselben bei dieser Stellung deutlich mit graublauer Interferenzfarbe sichtbar seien. — Diesen Fall einer »Feldertheilung« konnte ich an keinem der von mir untersuchten Flussspathschliffe und -Platten parallel $\infty O \infty$ beobachten.

An dem erwähnten Flussspathvorkommen (Alstonmoor) wurde auch wegen des Zusammenfallens der Oberflächenstreifung mit den den Diagonalen der Würfelfläche parallel gehenden doppeltbrechenden Lamellen ein Versuch gemacht, zu ermitteln, ob die letzteren etwa von eingeschalteten Zwillingslamellen herrührten. Zu diesem Zwecke wurde an einem Krystall eine Würfelfläche abgeschliffen, polirt und mit verdünnter Schwefelsäure geätzt; es zeigte sich, dass hierdurch auf der geätzten Fläche keine Zwillingslamellen hervortraten.

Ein zweites Flussspathvorkommen, welches besonders hervorgehoben zu werden verdient und ausgezeichnet die regelmässige Anordnung doppeltbrechender Lamellen zeigt, ist das von Zinnwald.

Der untersuchte Krystall, ein tafelartig ausgebildeter Würfel, besass eine bräunliche Farbe, beim Durchsehen nach einem Würfelflächenpaar zeigte er eine violette Farbe und ausgezeichneten zonalen Bau. Betrachtet man an einem parallel $(100)\infty O \infty$ dünngeschliffenen Plättchen die braune Krystallfläche, so zeigen sich auf derselben zahlreiche zarte, krystallitische Gebilde eines fast undurchsichtigen Minerals, ähnlich den bekannten Aggregaten des Magneteisens in Eruptivgesteinen, regellos auf der Würfelfläche vertheilt. Ausserdem zeigt sich bei etwas tieferer Einstellung des Mikro-

skoptubus deutlich die Vertheilung des violetten Farbstoffes (in der ersten violetten Schale des Würfels also, welche von den erwähnten braunschwarzen Krystalliten überkrustet ist), indem sich äusserst winzige violette Globulite, zu parallelen Fäden aneinandergereiht, in unregelmässige Felder, die durch farblose, globulitenfreie, dünne netzartige Streifen getrennt sind, vertheilt zeigen. Die fädenartig gereihten farbigen Globulite gehen den Seiten des Würfels parallel; es würde diese Vertheilung also zusammenfallen mit der einen Partie der doppeltbrechenden Lamellen (Fig. 5). Ein Schnitt durch die Mitte des Krystalls zeigt ebenfalls die Pigmentvertheilung und den Oktaëderkanten parallel gehende farblose Streifen. Wie die Untersuchung zwischen gekreuzten Nicols lehrte, besteht kein Zusammenhang zwischen der anscheinend sehr regelmässigen Pigmentvertheilung und der Anordnung der doppeltbrechenden Lamellen, indem die letzteren ganz durch die farblosen Streifen und violetten Felder durchziehen und nicht etwa bloss dort Lamellen nach den Würfeldiagonalen erscheinen, wo, wie im centralen Würfelschnitt, die farblosen den Oktaëderkanten parallelen Streifen erscheinen.

Bezüglich der Anordnung der doppeltbrechenden Lamellen stimmt dieser Flussspath vollkommen mit dem von Alstonmoor überein.

Die Doppelbrechung ist eine relativ starke und zeigen die Würfelschnitte besonders schön bei Diagonalstellung die mikroklinähnliche Streifung. Hervorgehoben sei noch, dass sich die vier untersuchten Würfelschliffe, aus ein und demselben Krystall geschnitten, deren drei parallel den drei in einer Ecke zusammenstossenden Würfelflächen und einer durch die Mitte des Krystalls gehend geschliffen wurden, genau gleich verhalten und keine Feldertheilung zeigten. Um Wiederholungen zu vermeiden, sei hier festgestellt, dass sich die Würfelschnitte sämmtlicher untersuchter Flussspathvorkommen genau so wie die eben beschriebenen bei Untersuchung zwischen gekreuzten Nicols verhalten, jedoch ist die Stärke der Doppelbrechung und die Anzahl der doppeltbrechenden Lamellen bei den einzelnen Vorkommen verschieden. Während bei den zwei eben beschriebenen Flussspäthen schon in Platten von höchstens $\frac{1}{2}$ mm die Doppelbrechung zu beobachten war und bei Anwendung des Gypsblättchens und bei Drehung des Präparates die Interferenzfarben viel lebhaftere waren (blau-orange), zeigten andere Flussspäthe, wie die von Stolberg, Cornwall, Zacatecas, in Schliffen parallel $(100)\infty O\infty$, erst bei 1—2 mm Dicke die anomalen Erscheinungen und sind besonders bei Parallelstellung der Würfelkanten zu den Nicolhauptschnitten die Lamellen sehr verwaschen und undeutlich. Der Grund, warum die bei dieser Stellung den Diagonalen der Würfelfläche parallel gehenden doppeltbrechenden Lamellen so schwach zwischen gekreuzten Nicols hervortreten, liegt wohl darin, dass sie Schnitte von s c h i e f auf die Würfelfläche einsetzenden Lamellen sind.

An einem weissen Flussspath von Freiberg und besonders an einem grünen Würfel von Stolberg fanden sich Partien an den Ecken und Kanten des Krystalls vollständig frei von doppeltbrechenden Lamellen und wurde auch bei Anwendung des Gypsblättchens das Roth I. Ordnung desselben nicht verändert. Am letzteren Flussspathvorkommen zeigte sich überdies eine gewisse Abhängigkeit dieser isotropen Stellen von Sprüngen im Krystall. An der Oberfläche dieses Krystalls ragen eine Anzahl kleinerer mit dem Hauptkrystall parallel verwachsener Elementarkrystalle hervor; an den Verwachsungsstellen dieser mit dem Hauptkrystall zeigen sich im Dünnschliffe unregelmässige Sprünge. Die Elementarkrystalle (gleich dick im Schliff wie der Kernkrystall) sind isotrop, der Kernkrystall zeigt ausgezeichnet Doppelbrechung, wie die bisher beschriebenen Flussspäthe, und es ragen, wie die Untersuchung im Fuess'schen Stauroskop bei Anwendung homogenen (*Na*-)Lichtes deutlich zeigt, bei Diagonalstellung der Würfelseiten zu den gekreuzten Nicolhauptschnitten, lichtgraue Büschel in die isotropen Stellen hinein. Bei Parallelstellung der Würfelseiten zu den Nicolhauptschnitten tritt in diesen Theilen vollständige Dunkelheit ein (Fig. 6).

Schon bei Untersuchung des prachtvoll zonal gebauten Würfels von Zinnwald, noch deutlicher aber an den bekannt schön zonalen Flussspäthen von Schlaggenwald und Marienberg in Sachsen, zeigte es sich, dass die Doppelbrechung nicht abhängig ist vom zonalen Bau, denn doppeltbrechende Lamellen zeigen sich auch in den violblauen Schalen des Krystalls, jedoch büsst die Erscheinung durch die intensive Färbung an Deutlichkeit ein. So zeigen die Flussspathwürfel von Marienberg (Fig. 7) besonders in der farblosen Schale und im farblosen Kern deutlich die rechtwinklige Streifung. Nur in einem Falle zeigte sich, wie späterhin erörtert werden wird, ein deutlicher Zusammenhang zwischen zonalem Bau und der Doppelbrechung, und zwar an einem gleichmässig violett gefärbten Flussspath von Cumberland.

Ein etwas anders geartetes Bild gab eine parallel (100) geschliffene Platte eines rothen Flussspathoktaëders von Göschenen.

Im Grossen und Ganzen stimmt die Anordnung der doppeltbrechenden Lamellen mit der der früher besprochenen Vorkommen überein, da auch bei Parallelstellung der Oktaëderkanten (gleich der Diagonalstellung bei den Würfelschnitten) zu den Nicolhauptschnitten, hier besonders breite und wenige Lamellen mit lebhaften Interferenzfarben bei Anwendung des Gypsblättchens hervortreten, die den Diagonalen des Oktaëderdurchschnittes parallel verlaufen.

Bei Diagonalstellung der Oktaëderkanten zu den Nicols sind nur sehr wenige schwach doppeltbrechende Lamellen und nur am Rande zu beobachten, die parallel den Oktaëderkanten verlaufen und wohl ebenfalls von schief auf (100) einsetzenden Lamellen herrühren. Es ist demnach am Gö-

schener Flussspath keine so innige Durchkreuzung doppeltbrechender Streifen zu beobachten, wie bei fast allen übrigen untersuchten Vorkommen.

Stellt man die Oktaëderkanten des Schliffes genau parallel den Nicolhauptschnitten, so ist die Vertheilung der doppeltbrechenden Lamellen, besonders im Stauroskop bei Anwendung homogenen Lichtes, am deutlichsten zu beobachten. Untersucht man mit einem Gypsblättchen Roth I. Ordnung, so werden die mit der c-Axe desselben in der Richtung zusammenfallenden Lamellen stark blau, die senkrecht darauf stehenden orange, es fällt also die Richtung der kleineren optischen Elasticität mit der der Lamellen zusammen. Untersucht man diese breiten Lamellen unter dem Mikroskop im convergenten polarisirten Licht, so ist, da die Doppelbrechung eine sehr schwache ist (ähnlich dem Leucit), wohl eine Interferenzfigur, jedoch ohne Ringe zu beobachten, ein schwarzes Kreuz, das sich beim Drehen des Präparates öffnet. Der optische Axenwinkel ist ein sehr kleiner; die optische Axenebene geht (vergl. Fig. 8) den Würfelkanten parallel. In dem erwähnten Präparate waren, vom Centrum des quadratischen Durchschnittes ausgehend, vier solche breite, relativ stark doppeltbrechende Lamellen den Diagonalen des Durchschnittes parallel verlaufend zu beobachten, sobald die Oktaëderkanten des Schliffes den Nicolhauptschnitten parallel gestellt waren; in jeder dieser Lamellen konnte in entsprechender Lage senkrechter Austritt der ersten Mittellinie constatirt werden. Der Bestimmung mit dem Gypsblättchen nach kommt derselben positiver Charakter zu. Ausserdem zeigten sich noch mehrere andere doppeltbrechende Streifen, ebenfalls den Diagonalen des quadratischen Oktaëderdurchschnittes parallel laufend, in den durch die vier breiten Bänder abgegrenzten Feldern.

Ein zweiter Flussspath in Oktaëdern krystallisirt, der untersucht wurde, stammte von Moldowa im Banat; es ist ein lichtgrüner Flussspath, überzogen mit einer ca. 1 mm dicken weissen Rinde.

Schliffe parallel (100) gaben ein etwas anderes Bild, als die bisher beschriebenen; im Allgemeinen stimmt jedoch die Vertheilung der doppeltbrechenden Banden wieder mit der für alle untersuchten Flussspathvorkommen geltenden überein. Stellt man die Diagonalen des Durchschnittes parallel den Nicolhauptschnitten (Fig. 9), so treten wenige Lamellen, den Oktaëderkanten parallel gehend, zwischen den gekreuzten Nicols hervor: diese durchkreuzen sich aber nicht, wie dies bei den bisher besprochenen der Fall war, und sind nur am Rande des Durchschnittes besonders deutlich. Dreht man das Präparat um 45°, so hat man wieder das früher besprochene Bild der Durchkreuzung zahlreicher schmaler doppeltbrechender, den Diagonalen des Oktaëderdurchschnittes parallel gehender Streifen.

Die Kenntniss eines neuen interessanten Flussspathvorkommens verdanke ich der Freundlichkeit des Herrn Dr. O. Mügge in Hamburg; es ist

ein dunkelgrüner Flussspath von Mina de Dolores, Chalchihuites, Zacatecas, Mexico.

In diesem derben Flussspath finden sich häufig eingewachsen Bleiglanz und Schwefelkies, auch zeigt er häufig in den Spaltrissen Calcit in Form zarter dünner weisser Häutchen infiltrirt, ein Umstand, der die optische Untersuchung dieses Flussspathes sehr erschwert, da diese Lamellen zwischen gekreuzten Nicols mit äusserst lebhaften Interferenzfarben hervortreten und so die ohnehin schwache Doppelbrechung am Flussspath verdecken.

Ausserdem beherbergt dieser Flussspath eine Unzahl verschieden grosser Flüssigkeitseinschlüsse einer stark lichtbrechenden Substanz, ähnlich der in der Zinkblende von Picos de Europa; die Libelle derselben verschwindet beim Erwärmen bis 150° C. nicht. Besonders am Rande und auch in der Mitte dieser Flüssigkeitseinschlüsse gewahrt man öfter winzige dünne opake Blättchen. Höchstwahrscheinlich ist die eingeschlossene Flüssigkeit eine Kohlenwasserstoffverbindung, worauf auch das Verhalten beim stärkeren Glühen des Flussspaths hinweist. Erwärmt man Flussspathstückchen im Glasrohr über einem Bunsen'schen Brenner, so decrepitirt derselbe bald, giebt einen schwach brenzlichen Geruch ab und strahlt in dem Momente des heftigsten Zerspringens ein prachtvoll hellviolettes Licht aus. Diese Lichterscheinung dauert nur so lange, bis der Flussspath ganz zu einem, nun weissen Pulver zerfallen ist. Bei fortgesetzter Erwärmung verblasst das hellviolette Licht und anstatt dessen tritt dunkelgelbes, zum Schlusse, wenn der Flussspath schon zu ganz feinem Pulver zerfallen ist, auf kurze Zeit wieder dunkelviolettes Licht auf, bis er endlich zu glühen anfängt.

Diese Lichterscheinung kann an ein und demselben Stück nur einmal hervorgerufen werden; vor dem Glühen gepulverter Flussspath verhält sich beim Glühen ganz gleich wie compacte Stücke, nur hält die Lichterscheinung bei weitem nicht so lange an.

Untersucht man das geglühte weisse Flussspathpulver unter dem Mikroskop, so zeigen sich die früheren Flüssigkeitsporen leer; öfters sind auch Flussspathsplitterchen durch winzige Stückchen einer bräunlichschwarzen, opaken Substanz zusammengebacken.

Genauere Untersuchungen über die Natur der eingeschlossenen Flüssigkeit werden demnächst ausgeführt werden; Herr Dr. Mügge hat mich zu diesem Behufe mit grösster Zuvorkommenheit reichlich mit Material bedacht.

In Bezug auf Phosphorescenzerscheinung verhielt sich auch ein grüner, ebenfalls an Flüssigkeitseinschlüssen reicher Flussspath von Stolberg im Harz ganz gleich wie der von Zacatecas. Meiner Meinung nach hängt die Lichterscheinung wie das Decrepitiren von den Flüssigkeitseinschlüssen ab,

denn nicht alle Flussspäthe decrepitiren so heftig, manche halten Rothgluthhitze ganz gut aus und es zeigten sogar ganz farblose, aber ebenfalls an Flüssigkeitseinschlüssen reiche Flussspäthe Phosphorescenz. —

Schliffe parallel $\infty O \infty$, aus Spaltungsoktaëdern hergestellt (Krystalle standen mir nicht zur Verfügung oder kommen nicht vor?), zeigen ebenfalls, aber nur in sehr dicken Platten, die bereits erwähnten, regelmässig angeordneten doppeltbrechenden Streifen. Sobald die Seiten des quadratischen Durchschnittes den Nicolhauptschnitten parallel gestellt werden, erscheinen viele dünne Lamellen, diesmal hauptsächlich nur parallel einer der Diagonalen des Durchschnittes gehend, während senkrecht darauf nur einige wenige kurze Lamellen zu beobachten sind.

Bei Drehung des Präparates um 45° treten, analog dem grossen Zinnwalder Würfel, wenige breitere und verwachsene Lamellen parallel den Seiten des Durchschnittes auf.

Schliesslich sei noch das optische Verhalten eines von Steeg und Reuter bezogenen Fluorescenzwürfels, aus einem grossen Krystall von Cumberland hergestellt, geschildert.

Schon die Betrachtung mit unbewaffnetem Auge im gewöhnlichen Licht zeigt einen herrlichen zonalen Bau, indem zarte Anwachsstreifen den Würfelkanten parallel gehen, die jedoch in der Richtung der Diagonalen der Würfelfläche unterbrochen sind, wodurch eine Art Feldertheilung, ähnlich der Brewster'schen Zeichnung gebildet wird.

Der Fluorescenzwürfel wurde im Fuess'schen Stauroskop bei Anwendung homogenen (*Na*-)Lichtes untersucht: eine den Würfelkanten oder den Diagonalen der Würfelfläche parallel gehende, sich rechtwinklig kreuzende, mikroklinähnliche Lamellirung, wie sie fast an allen übrigen Flussspäthen beobachtet wurde, fehlt hier ganz, es zeigen sich nur, entsprechend dem zonalen Bau, ziemlich stark doppeltbrechende Bänder, den Würfelkanten parallel verlaufend, sich jedoch nicht kreuzend. Die Diagonalen der Würfelflächen, die gleichzeitig die »Unterbrechungslinien« des zonalen Baues sind, bleiben, wie auch ein paar andere Zonallinien, zwischen gekreuzten Nicols dunkel, sind isotrop (Fig. 10).

Der schwach bräunlich gefärbte kleine Kern des Würfels ist äusserst schwach doppeltbrechend und es treten um Einschlüsse und Spaltrisse dunkle büschelartige Erscheinungen zwischen gekreuzten Nicols auf.

Maximum der Helligkeit zeigt der Würfel, sobald eine Würfelkante 45° mit den Nicolhauptschnitten bildet; genau so wie auf dieser verhält sich der Würfel auch auf der gegenüberliegenden Würfelfläche.

Auf den übrigen zwei Flächenpaaren sind jedoch die Erscheinungen viel complicirter, in allen aber treten deutlich doppeltbrechende, sich nicht kreuzende, dem Zonenbau folgende Lamellen bei 45° Stellung hervor, nur zeigen sich mancherlei, bildlich schwer wiederzugebende Störungen hierbei,

indem, meist gegen die Mitte des Krystalls zu, schwarze, bei Drehung des Präparates wandernde Balken, Hyperbeln und Kreuze, regellos vertheilt, zwischen gekreuzten Nicols auftreten.

II. Schliffe parallel (111)*O*.

Gleich Eingangs sei erwähnt, dass besonders die Schliffe parallel (111) die Doppelbrechung sehr schwach zeigen und es in vielen Fällen nicht möglich war, die Orientirung der doppeltbrechenden Streifen sicher zu bestimmen; oft mussten mehrere Millimeter dicke Platten genommen werden. Alle Präparate zeigten jedoch Doppelbrechung; dem Verhalten der Oktaëderschliffe zwischen gekreuzten Nicols nach lassen sich zwei Klassen unterscheiden: ein Theil der Flussspäthe zeigt in diesen Schliffen Feldertheilung, ein anderer keine solche. Feldertheilung in Oktaëderschliffen kommt sehr schön auch bei solchen Flussspäthen vor, die, wie alle anderen, in Würfel- und Dodekaëderschliffen keine Feldertheilung zeigen.

a) Oktaëderschliffe mit Feldertheilung.

Zu dieser Gruppe gehören die Flussspäthe von Zinnwald, Alstonmoor, Freiberg und Marienberg; da bei allen diesen die Anordnung der doppeltbrechenden Lamellen die gleiche ist, so sollen dieselben gleichzeitig besprochen werden.

Stellt man zwischen gekreuzten Nicols eine der Dreieckseiten des Schliffes einem Nicolhauptschnitt parallel, so gewahrt man, besonders gut bei Anwendung des Gypsblättchens, eine Theilung in drei Felder, indem von der Mitte des Dreiecks aus zu den Ecken desselben, je nach der Lage gegen die Nicolhauptschnitte blaue, rothe oder orangefarbige Bänder verlaufen und in jedem der drei Felder zahllose schmale doppeltbrechende, mit Gypsblättchen lebhaft blaue resp. orangerothe Lamellen sich durchkreuzen oder parallel mit einander verlaufen.

In dem Felde 1 (vergl. Fig. 11), dessen Seite parallel dem Nicolhauptschnitt ist, zeigen sich wenige, schief einsetzende Lamellen, die sich unter einem Winkel von 120° schneiden; in den zwei anderen Feldern hingegen vorwaltend senkrecht auf den Seiten des Dreiecks stehende und wohl auch senkrecht auf die Schliffläche einsetzende doppeltbrechende Lamellen und nur sehr wenige kurze Bänder, die den Dreieckseiten des Schliffes parallel verlaufen.

Bei Drehung des Präparates um 30° ist nun im zweiten Felde dieselbe Lamellenanordnung wahrzunehmen, wie vorhin im ersten Felde.

In den dunkel gefärbten, schön zonal gebauten Flussspäthen von Zinnwald und Marienberg ist, gleichwie in den Würfelschnitten derselben, auch in den Oktaëderschliffen ein deutliches Durchgreifen der doppeltbrechenden Lamellen durch die Zonenstreifen zu beobachten.

In einigen Fällen war es schwierig zu unterscheiden, ob in dem Felde, dessen Seite einem Nicolhauptschnitt parallel gestellt war, die doppeltbrechenden Bänder wohl unter 120° oder einem kleineren Winkel sich durchkreuzen, da die Doppelbrechung in diesem Felde eine merklich geringere als in den beiden übrigen ist.

Im Oktaëderschliffe des Flussspath von Alstonmoor (vergl. Fig. 11) gewahrt man bei Anwendung des Gypsblättchens, sobald die Seite des Feldes 1 dem Nicolhauptschnitt parallel gestellt ist und in demselben, wie erwähnt, nur Lamellen, die sich unter 120° kreuzen, auftreten, im Felde 2 nur wenige, auf der Dreieckseite senkrecht stehende, blaue und orangerothe, im Felde 3 hingegen viel blaue und wenige rothe senkrecht stehende Lamellen.

Dreht man das Präparat um 30°, so erscheinen im Felde 2 schon die sich unter 120° kreuzenden Lamellen, im Felde 1 neben den vorwaltenden auch senkrecht auf der Dreieckseite stehende, jedoch noch immer schiefe, die erst bei Drehung des Präparates um 60° vollkommen ausgelöscht werden, so dass dann im Felde 1 nur senkrecht auf der Dreieckseite stehende Lamellen erscheinen.

Genau so verhält sich der relativ stark doppeltbrechende weisse Flussspath von Freiberg und gehören hierher die Vorkommen von Marienberg, Cornwall, Freiberg, Annaberg.

b) Oktaëderschliffe ohne Feldertheilung.

In diesen zeigen sich bei verschiedener Stellung des Präparats zu den Nicolhauptschnitten bald zwei Systeme doppeltbrechender Lamellen, parallel und senkrecht zu den Dreieckseiten verlaufend, bald nur eines, nämlich parallel den Dreieckseiten gehende Lamellen.

Im Präparat vom Göschener Flussspath konnte die Orientirung der doppeltbrechenden Lamellen der schwachen Doppelbrechung wegen nicht genau ermittelt werden, doch scheinen, bei Parallelstellung einer Dreieckseite zu den Nicolhauptschnitten nur senkrecht auf einer dieser benachbarten Dreieckseite stehende Lamellen, bei Drehung des Präparats um 60° nur parallel einer Dreieckseite gehende und zwar derjenigen, welche dem Nicolhauptschnitt parallel gestellt wurde, aufzutreten (Fig. 12).

Im Flussspath von Gersdorf zeigen sich zwei Systeme den Dreieckseiten parallel gehender doppeltbrechender Lamellen; die Lamellen gehen immer derjenigen Seite, die dem Nicolhauptschnitt parallel gestellt ist und einer anliegenden Dreieckseite parallel, es zeigt sich also bei jedesmaliger Drehung des Präparates um 30° das gleiche Bild.

Im äusserst schwach doppeltbrechenden Flussspath von Zacatecas zeigt sich nur ein System doppeltbrechender, und zwar stets einer Dreieckseite parallel gehender Lamellen. Bei jedesmaliger Drehung des Präparates um 90° gehen die Lamellen derjenigen Dreieckseite parallel, die dem Nicol-

hauptschnitt parallel gestellt ist, bei jedesmaliger Drehung um 60° hingegen einer der benachbarten Dreieckseiten parallel (Fig. 13).

Aehnlich verhält sich ein Flussspath von Cumberland.

III. Schliffe parallel (110)∞O.

In diesen Schliffen zeigt sich ebenfalls wie in den Würfelschnitten niemals Feldertheilung, auch bei denjenigen Flussspäthen nicht, die in Oktaëderschliffen ausgezeichnet die Feldertheilung aufweisen.

Fast sämmtliche Schliffe parallel (110)∞O verhalten sich zwischen gekreuzten Nicols gleich; stellt man die lange Seite des sechseckigen (aus O von der Oberfläche hergeschnitten) oder des rechteckigen (aus $\infty O \infty$ von der Oberfläche) Durchschnittes parallel dem Nicolhauptschnitt, so treten parallel den oktaëdrischen Spaltrissen wenige schwach doppeltbrechende, schief auf die Schlifffläche einsetzende, bei Anwendung des Gypsblättchens schwach blaue Streifen hervor, die sich unter rechtem Winkel kreuzen (Fig. 14).

Bei Drehung des Präparates um 45° werden diese ausgelöscht und es erscheinen zahllose senkrecht einsetzende, ziemlich stark doppeltbrechende Lamellen, die den Seiten resp. den Diagonalen des Durchschnittes parallel gehen (Fig. 15), jedoch zeigt sich immer, dass vorherrschend parallel einer der angegebenen Richtungen doppeltbrechende Lamellen (Göschenen, Gersdorf), manchmal auch senkrecht auf diesen stehende kurze breite, stark blaue Streifen auftreten (Alstonmoor, Zinnwald).

Nur der Flussspath von Zacatecas macht eine Ausnahme: im Dodekaëderschliff dieses Vorkommens ist nur ein Lamellensystem zu beobachten; stellt man die lange Seite des sechseckigen Durchschnitts parallel dem Nicolhauptschnitt, so treten parallel einer Oktaëderspaltrichtung stark blaue, einander parallele Streifen hervor, die zwischenliegenden Felder sind stark orangeroth (Fig. 16). Dreht man das Präparat um 45°, so werden die orangerothen Lamellen blau, um weitere 45° gedreht erscheint wieder die erst angegebene Färbung mittelst des Gypsblättchens.

Im Uebrigen verhalten sich die Dodekaëderschliffe genau so wie die parallel dem Würfel angefertigten.

Fasst man die Resultate vorliegender Untersuchung kurz zusammen, so ergiebt sich:

1) Alle Flussspäthe sind doppeltbrechend, die der verschiedenen Vorkommen jedoch verschieden stark.

2) Die Flussspäthe sind nicht einheitlich doppeltbrechend, sondern bestehen aus einem System sich kreuzender Lamellen, die scheinbar den Dodekaëderflächen parallel gehen.

3) Isotrope Stellen sind sehr selten, konnten jedoch nachgewiesen

werden; ebenso findet sich am Flussspath, wie dies Klein u. A. an anderen optisch anomalen regulären Mineralien fanden, das Absetzen doppeltbrechender Partien an von unregelmässigen Rissen durchzogenen Stellen.

4) Die Doppelbrechung ist nicht etwa eine durch Abspalten und Schleifen hervorgerufene Erscheinung, da vollständig entwickelte kleine aufgewachsene Würfelchen ebenfalls Doppelbrechung aufweisen; ferner hängt die Doppelbrechung nicht zusammen mit der zonalen Färbung der Flussspäthe. Nur in einem Falle konnte ein sicherer Zusammenhang mit den Wachsthumstreifen nachgewiesen werden.

5) Schliffe aus der Mitte des Krystalls genommen verhalten sich genau gleich, wie die von der Oberfläche verfertigten; der Flussspath ändert sich also in seinem Gefüge gegen das Centrum nicht; ebenso ist es gleichgültig, parallel welcher der sechs Würfel- oder acht Oktaëderflächen der Krystall geschliffen und untersucht wird, da die Schliffe sich in optischer Beziehung alle vollkommen gleich verhalten.

Vergleicht man die optisch anomalen Erscheinungen am Flussspath mit denen anderer regulärer Anomalien, so tritt in erster Linie eine grosse Aehnlichkeit bezüglich der Orientirung der Lamellen, Charakter der Doppelbrechung etc. mit dem von Klein*) studirten Leucit hervor. Auch der Perowskit (Ben Saude)**) scheint sich ganz ähnlich zu verhalten.

Bei näherer Betrachtung zeigt sich aber ein Unterschied in dem optischen Verhalten zwischen Leucit und Flussspath, indem

1) beim Leucit viele senkrecht einsetzende Lamellen parallel den Diagonalen der Würfelfläche, beim Flussspath parallel den Seiten der Würfelfläche und umgekehrt beim Leucit wenige schief einsetzende Lamellen parallel den Seiten, beim Flussspath parallel den Diagonalen der Würfelfläche gehen; Würfelschliffe von Flussspath gleichen demnach den um 45⁰ verwendeten Leucitschliffen.

2) Beim Leucit verhalten sich die verschiedenen Würfelschliffe verschieden, beim Flussspath nicht.

3) Sobald am Leucit ein Oktaëderschliff Feldertheilung zeigt, so ist dies auch an Würfel- und Dodekaëderschliffen der Fall, beim Flussspath hingegen nicht.

4) Es sind beim Leucit durchwegs doppeltbrechende Lamellen nach allen Dodekaëderflächen vorhanden, beim Flussspath in gewissen Vorkommen nur nach einigen Dodekaëderflächen.

Eine wirkliche Uebereinstimmung zwischen Leucit und Flussspath

*) Diese Zeitschr. **11**, 616.
) Ebenda **7, 612.

kann natürlich nicht stattfinden, da ja beim regulären Flussspath nach Flächen, welche den Dodekaëderflächen entsprechen, keine Zwillingsbildung erfolgen kann, wie dies beim rhombischen Leucit der Fall ist. Dass der Flussspath jedoch regulär ist, erweisen seine krystallographischen Eigenschaften, Aetzfiguren etc., wie auch der unten anzuführende Versuch mit dem Erhitzen doppeltbrechender Flussspathplatten.

Würde der Flussspath, so wie der Leucit, was erst neu auszuführende Versuche (mit geeigneten Apparaten und höherer Temperatur) ergeben werden, durch Temperaturerhöhung isotrop, so wäre auch der Flussspath dimorph, wie der Leucit.

Eine vollständige Uebereinstimmung zeigt Flussspath mit Leucit in den Oktaëderschliffen, wie auch in den Dodekaëderschliffen, nur dass in letzteren beim Flussspath keine Feldertheilung auftritt.

Bezüglich der optischen Anomalien verhält sich der Flussspath auch, soweit ich dies an Würfelspaltstücken verfolgen konnte, genau wie das Chlornatrium, indem auch bei diesem doppeltbrechende Lamellen parallel ∞O vorhanden sind.

Während man sich beim Chlornatrium die optischen Anomalien leicht erklären kann, da dasselbe parallel ∞O ausgezeichnete Gleitung besitzt, ist dies, wie angestellte Versuche zeigten, beim Flussspath nicht der Fall. Es gelang mir weder mit der Reusch'schen Körnerprobe, noch durch Druck mittelst der Krystallpresse auch nur eine Spur einer Gleitung hervorzurufen.

Ein weiterer Versuch wurde an einer parallel $\infty O \infty$ geschliffenen, $1\frac{1}{2}$ mm dicken Flussspathplatte von Cumberland vermittelst der Bücking-schen Krystallpresse ausgeführt; die Platte zeigte, im Fuess'schen Stauroskop untersucht, nur schwache Spuren von Doppelbrechung.

Schon bei einem ganz geringen Drucke wurde die Platte von den auf die Druckrichtung senkrecht stehenden Seiten her ziemlich stark und gleichmässig doppeltbrechend, was sich bei Vergrösserung des Druckes steigerte.

Da nun die Platten überaus leicht, der oktaëdrischen Spaltbarkeit wegen, zersprangen, konnte nicht constatirt werden, ob bei grossem, 25—30 kg übersteigenden Drucke die ganze Platte doppeltbrechend wird. An einer zweiten, von Steeg und Reuter bezogenen Flussspathplatte war es insbesonders nur eine Würfelseite, an der besonders starke Doppelbrechung beobachtet werden konnte, was seinen Grund darin hatte, dass die gedrückten Flächen nicht genau planparallel geschliffen waren.

Der Versuch war also insofern ein resultatloser, als durch Druck keine ähnlichen optischen Erscheinungen, wie sie die natürlichen Flussspathkrystalle zeigen, hervorgebracht werden konnten.

Noch erfolgloser waren die Versuche, um zu erproben, ob der Fluss-

spath, wie der Leucit, durch Temperaturerhöhung isotrop wird, einestheils weil die angewandte Temperatur eine zu niedere war, anderntheils weil die Würfelplatten, an denen ja die optischen Anomalien am deutlichsten zu beobachten sind, stets zersprangen.

Die Erhitzung auf dem Fuess'schen Erhitzungsapparat (bis 150° C. circa), wie auch auf einer isolirten Kupferplatte blieb erfolglos und ich musste, da mir der von Klein construirte und beschriebene Apparat nicht zur Verfügung stand, die Flussspathplatten in der freien Flamme eines Bunsen'schen Brenners erhitzen und möglichst rasch auf einen erhitzten Objectträger zur Beobachtung unter's Mikroskop bringen. Nur die Oktaëderplatten hielten eine Erhitzung bis zur Rothgluth aus und es konnte constatirt werden, dass keinerlei Veränderung mit dem doppeltbrechenden Flussspath vorgegangen war.

Die Structur der Flussspathkrystalle ist im optischen Sinne rhombisch und zwar steht die Axe der kleinsten optischen Elasticität senkrecht auf einer Würfelseite; eine ursprüngliche polysynthetische Zwillingsbildung rhombischer Individuen anzunehmen, wie dies Mallard thut, liegt, insbesondere wenn man bedenkt, dass der Flussspath in geometrischer Beziehung vollkommen den Anforderungen des regulären Krystallsystems entspricht und keinerlei Winkeldifferenzen, wie der ihm in optischer Beziehung so ähnliche Leucit und Perowskit, zeigt, kein zwingender Grund vor, vielmehr sprechen mancherlei Beobachtungen, wie das Vorhandensein isotroper Stellen, die durch unregelmässige Risse begrenzt sind, im stark doppeltbrechenden Flussspath von Stolberg etc. dagegen.

Ebenso ist es vorderhand nicht möglich zu entscheiden, ob der Flussspath, wie Leucit und Boracit dimorph ist; gelingt es wirklich, Isotropie durch Erhitzen hervorzurufen, und dies kann nach meinen Vorversuchen erst bei relativ hoher Temperatur, über 200° C., statthaben, so ist trotzdem Dimorphie nicht anzunehmen, da sich der Flussspath unmöglich bei so hoher Temperatur gebildet haben kann. Es wäre in dieser Hinsicht von grossem Interesse, die kleinen farblosen, durch Sublimation gebildeten Flussspathkryställchen vom Vesuv zu untersuchen.

Auch in isomorpher Mischung (Brauns) oder in einer rein mechanischen Beimengung einer Substanz (Zingel) kann der Grund der optischen Anomalien am Flussspath nicht gefunden werden; es bleibt daher nur übrig, entweder, wie dies Klein für den Perowskit thut, anzunehmen, dass der Flussspath ursprünglich als regulärer Krystall sich bildete, später aber, durch Temperaturänderung insbesonders, in Folge molekularer Umlagerung in rhombische Gleichgewichtslage übergeführt wurde, oder sich die optischen Anomalien nur durch beim Wachsthum der Krystalle hervorgerufene Spannungen hervorgebracht zu denken.

Die Wachsthumsformen des Flussspaths dürften wohl mit denen des Chlornatriums und Chlorkaliums übereinstimmen, indem zuerst ein Gerippe entstand von im Centrum des Krystalls zusammenlaufenden, den trigonalen Zwischenaxen des Würfels parallel gehenden Balken, wodurch sechs hohle vierseitige Pyramiden gebildet werden, deren Polecken im Krystallcentrum zusammenstossen und deren Basisflächen die Würfelflächen sind.

Herrn Prof. Dr. H. Laspeyres, der mir die Ausführung vorliegender Untersuchung ermöglichte und mich auch zu derselben anregte, spreche ich hiermit meinen besten Dank aus.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel X.

Fig. 1. Flussspathplatte $\parallel \infty O \infty$ zwischen gekreuzten Nicols. (Nach Mallard.)
- 2. - $\parallel O$ - - - (- - .)
- 3. - von Alstonmoor $\parallel \infty O \infty$; Würfelseiten parallel den Nicolhauptschnitten (Parallelstellung).
- 4. - ditto, um 45° gedreht (Diagonalstellung).
- 5. - von Zinnwald $\parallel \infty O \infty$; regelmässige Vertheilung des Pigments im Krystall.
- 6. - von Stolberg, Harz. Parallel $\infty O \infty$.
- 7. Zonal gebauter Flussspath von Marienberg, Sachsen. Parallel $\infty O \infty$.
- 8. Flussspath von Göschenen. $\parallel \infty O \infty$.
- 9. - - Moldowa, Banat. $\parallel \infty O \infty$.
- 10. - - Cumberland. $\parallel \infty O \infty$.
- 11. - - Alstonmoor. $\parallel O$.
- 12. - - Göschenen. $\parallel O$.
- 13. - - Zacatecas. $\parallel O$.
- 14. - - Göschenen. $\parallel \infty O$ (Parallelstellung).
- 15. - - ebendaher. $\parallel \infty O$ (Diagonalstellung).
- 16. - - Zacatecas. $\parallel \infty O$.

(In den Figg. 3—4, 6—16 entsprechen die gleichmässig schraffirten Linien jenen doppeltbrechenden Partien, die bei Anwendung eines Gypsblättchens Roth I. Ordnung, dessen Orientirung gegen die Nicolhauptschnitte neben den Figuren angegeben ist, mit blauer Interferenzfarbe hervortreten, die weissgelassenen Partien erscheinen orangeroth, die punktirten roth (entsprechen jedoch in Fig. 6 und 10 optisch isotropen Stellen).)

XXXVII. Ueber die Krystallisation des gediegenen Kupfers.

Von

Edward S. Dana in New Haven*).

(Mit Tafel XI—XIV.)

Literaturübersicht.

Hauy, Traité de Minéralogie 1822, **3**, 425. — Mohs, Mineralogie 1822, **2**, 519. — Haidinger, Edinb. Journ. Science 1826, **1**, 58. — G. Rose, Reise nach dem Ural 1837, **1**, 313, 401; **2**, 453. — Lévy, Descript. d'une Collect. de Minéraux formée p. M. H. Heuland **3**, 1 und Atlas plate LIX. — Haidinger, Sitz.-Ber. Akad. Wien 1863, **48**, 6. — Schrauf, Miner. Mitth. 1872, 53; 1873, 290. — Zerrenner, ibid. 1874, 94. — N. von Kokscharow, Materialien z. Min. Russ. **6**, 209. — G. Seligmann, Verhandl. naturhist. Ver. Rheinl. 1876, **33**, 261. — P. von Jeremejew, diese Zeitschr. **1**, 398. — G. vom Rath, diese Zeitschr. **2**, 169. — L. Fletcher, Phil. Mag. 1880, V, **9**, 180. Diese Zeitschr. **5**, 109. — A. von Lasaulx, Sitz.-Ber. Niederrhein. Ges. Bonn Juli 3, 1882. Diese Zeitschr. **8**, 301. — H. von Foullon, Jahrb. k. k. geol. Reichsanstalt 1883, **33**. Diese Zeitschr. **10**, 426. — W. G. Brown, Americ. Journ. Sc. 1886 Nov., **32**, 377. Ausz. am Schlusse dieses Heftes.

Historischer Ueberblick. Ueber die Krystallform des gediegenen Kupfers finden sich bei den älteren Forschern nur sehr spärliche Angaben. Hauy und Mohs (1822) geben nur Abbildungen sehr einfacher Krystalle der Combination $\infty O \infty$, O, ∞O. Der Erstere erwähnt indess auch einen Krystall, welcher eine stumpfe hexagonale Pyramide mit einem kurzen Prisma erkennen lässt, augenscheinlich dieselbe Form, welche 1824 von Haidinger beschrieben wurde. Der dem Letzteren vorgelegene Krystall, von der Nalsö stammend, zeigte das Tetrakishexaëder $e(210)$ ver-

---

*) Aus dem Decemberheft 1886, **32** des Americ. Journ. of. Sc. vom Verfasser mitgetheilt.

kürzt nach der Richtung einer oktaëdrischen Axe, und war wahrscheinlich nach der, zu dieser Axe senkrechten Oktaëderfläche verzwillingt (vergl. Fig. 20 und 21, Tafel XII).

Die erste wichtige Arbeit über das Kupfer wurde 1837 von G. Rose veröffentlicht. Er fügte zu den bisher bekannten noch die beiden neuen Formen $k = (520)\infty O\frac{5}{2}$ und $m = (311)3O3$, und gab eine anziehende Beschreibung und Erklärung der verwickelten Wachsthumsgebilde aus den sibirischen Gruben. Hierbei zeigte er, dass an diesen Gebilden die Verzweigung der einzelnen Aestchen in der Richtung der Kanten einer Oktaëderfläche, d. h. unter 60^0 erfolge, während gleichzeitig die obern und untern Theile der Platten zu einander in Zwillingstellung sich befinden. Das ganze Gebilde ist folglich ein einziger Zwilling, bei welchem die Zwillingsebene diejenige Oktaëderfläche ist, nach welcher das Wachsthum erfolgt. Zwei von Rose beigegebene Figuren, Projectionen auf die Zwillingsebene, bringen die idealen Beziehungen der Theile dieser Gebilde auf das Deutlichste zur Anschauung.

Ungefähr um dieselbe Zeit (1837) beschrieb Lévy Zwillinge, welche entweder e allein, oder auch a, d, o und e zeigen; gleichzeitig erwähnt er pseudohexagonale, durch Verzerrung und Zwillingsbildung des Tetrakishexaëders e entstandene Formen. Eben solche eigenthümliche hexagonale Zwillinge, gebildet von einer Combination des ∞O mit $\infty O \infty$ wurden 1863 von Haidinger beschrieben. Dieselben stammten von Burra-Burra in Australien. Im Jahre 1872 veröffentlichte Schrauf Beobachtungen am australischen Kupfer, an welchem er ein der Form e angehöriges Pentagondodekaëder beobachtete; 1873 veröffentlichte er die Beschreibung und Abbildung eines künstlichen Kupferkrystalls, an welchem $m = 3O3$ die vorherrschende Form war. Zerrenner (1874) erwähnt einen Krystall von Bolivia mit e und $t = 4O2$, ohne aber die letztere Form durch Messung zu bestimmen.

Krystalle mit pseudohexagonaler und Zwillinge mit rhombischer Symmetrie von der Grube Friedrichssegen in Nassau wurden von Seligmann (1876) beschrieben. Dieselben sind nicht unähnlich gewissen, später zu beschreibenden Formen vom Obern-See. Ueber Krystalle vom Altai, welche die Form $f(310)\infty O3$ zeigen, berichtete Jeremejew (1877). Weiterhin gab G. vom Rath Nachricht über einige Krystalle vom Obern-See, an denen er die neue Form $y(18.10.5)\frac{18}{5}O\frac{9}{5}$ beobachtete, sowie eine verwickelte Combination dieser Form mit dem Tetrakishexaëder k, wobei erstere als secundäre Fortwachsung auf letzterer erscheint. Auch erwähnt er kurz ein dendritisches Wachsthumsgebilde ähnlich dem von Rose beschriebenen.

Die Reihe der Krystallformen des Kupfers wurde durch Fletcher (1880) um folgende neue Formen vermehrt:

$h(410)\infty O4$, $\varepsilon(730)\infty O\frac{7}{3}$, $\delta(740)\infty O\frac{7}{4}$, $l(530)\infty O\frac{5}{3}$, $\omega(511)5O5$,
$\mu(411)4O4$ und $v(531)5O\frac{5}{3}$.

Mit Ausnahme von δ und ω finden sich diese Formen sämmtlich an den Krystallen des Obern-See's. Lasaulx beschrieb (1882) Krystalle aus der Grube Ohligerzug bei Daaden an der Sieg. Dieselben sind polysynthetische Oktaëderzwillinge, theils mit eingeschalteten Zwillingslamellen, theils sternförmige, durch Gruppirung von fünf oktaëdrischen Krystallen um ein gemeinsames Centrum entstandene Gebilde. Eine dieser letztern ähnliche Form von Schneeberg in Sachsen wurde von Foullon (1883) beschrieben. Die neueste Arbeit über diesen Gegenstand ist die von W. G. Brown. Dieselbe behandelt einige interessante Eigenthümlichkeiten der Zwillingsstructur, welche er an künstlich erhaltenen Kupferkrystallen beobachtete.

Die durch die Arbeiten vorstehend genannter Forscher bekannt gewordenen Krystallformen des gediegenen Kupfers sind folgende:

	$a(100)\infty O\infty$, $d(110)\infty O$, $o(111)O$ —
Tetrakishexaëder:	$h(410)\infty O4$, $f(310)\infty O3$, $k(520)\infty O\frac{5}{2}$, $\varepsilon(730)\infty O\frac{7}{3}$,
	$e(210)\infty O2$, $\delta(740)\infty O\frac{7}{4}$, $l(530)\infty O\frac{5}{3}$ —
Ikositetraëder:	$\omega(511)5O5$, $\mu(411)4O4$, $m(311)3O3$ —
Hexakisoktaëder:	$t(421)4O2$ (?), $y(18.10.5)\frac{18}{5}O\frac{9}{5}$, $v(531)5O\frac{5}{3}$.

Durch die Güte des Herrn Clarence S. Bement in Philadelphia wurde es mir ermöglicht, dessen ausgezeichnet schöne Sammlung von über sechzig Stück natürlicher Kupferkrystalle vom Obern-See einem sorgfältigen Studium zu unterziehen. Die Sammlung, von der ein ansehnlicher Theil durch Herrn Norman Spang, welcher während einer Reihe von Jahren ungewöhnlich günstige Gelegenheit hierzu hatte, zusammengebracht wurde, ist durch Herrn Bement so vervollständigt worden, dass sie ohne Frage das Schönste enthält, was an Krystallen von dieser merkwürdigen Localität existirt. Viele der darin enthaltenen Stücke sind einzig in ihrer Art und die Bearbeitung derselben ergab, wie aus dem Nachstehenden zu ersehen ist, manches Neue und wissenschaftlich Interessante. Ausser dieser Sammlung, sowie einer Anzahl Krystalle ausländischer Fundorte, konnte der Verfasser noch das reichhaltige Material der Sammlung des Herrn Prof. Brush, sowie das des Yale College benutzen, welches ihm in mancher wichtigen Beziehung als werthvolle Ergänzung der Bement'schen Sammlung gedient hat.

An den vorgelegenen Krystallen wurden folgende Formen beobachtet: a, d, o; die Tetrakishexaëder h, k, e, l; die Ikositetraëder m und $n(211)2O2$; die Hexakisoktaëder y, $x(11.6.1)11O\frac{11}{6}$, $z(12.3.2)6O4$ (?). Hiervon sind neu: n, x und z.

Beschreibung der einfachen Formen. — Die einfachsten Formen, welche an den Krystallen vom Obern-See beobachtet wurden,

sind in normaler symmetrischer Entwicklung in Fig. 1—12, Tafel XI, dargestellt. Der bei weitem gewöhnlichste Typus ist derjenige des Pyramidenwürfels. Von den vier oben genannten kommen h und k am häufigsten vor, besonders der erstere. Derselbe $h = \infty O4$, welcher für sich in Fig. 4 dargestellt, ist der stumpfste, würfelähnlichste der an diesen Krystallen beobachteten Pyramidenwürfel. Seine Winkel sind: $(401):(40\bar{1}) = 28^0\,4'$, $(401):(104) = 61^0\,56'$ und $(410):(401) = 19^0\,45'$. Figur 6 stellt andererseits das Tetrakishexaëder $l(530)\infty O\frac{5}{3}$ dar, welches sich dem Dodekaëder nähert und das die interessante Beziehung zum vorigen zeigt, dass seine Winkel über a und d beziehungsweise dieselben sind, wie jene von h über d und a. Die Form h ist gewöhnlich combinirt mit dem Würfel Fig. 5, oder mit dem Würfel, Dodekaëder und Oktaëder Fig. 7 und nicht selten erscheinen als Zuschärfungen der Würfelkanten h und k zusammen Fig. 8. In Fig. 9 erscheint dieselbe Form als Zuspitzung am Dodekaëder. Was die Beschaffenheit der Flächen von h betrifft, so sind dieselben gewöhnlich in einer Richtung senkrecht zur Würfelkante gestreift durch eine oscillatorische Combination mit einem Hexakisoktaëder, dessen Zeichen, wie später erörtert werden soll, wahrscheinlich $6O4(12.3.2)$ ist. Indess sind die Flächen von h auch nicht selten ganz glatt und frei von Streifung. Die Flächen von k zeigen ebenfalls gelegentlich eine ähnliche Streifung.

Von den Grundgestalten des regulären Systems ist der Würfel allein eine ziemlich häufige Form, weniger häufig ist das Dodekaëder, dagegen wurde das reine Oktaëder an keinem der untersuchten Krystalle angetroffen. Wenn dies nun auch ein Zufall sein kann, so geht aber doch daraus hervor, dass das Oktaëder für sich allein eine viel seltenere Form ist, als bei den andern regulär krystallisirenden gediegenen Metallen. Fig. 1 giebt diejenige Form wieder, welche sich dem reinen Oktaëder am meisten nähert, in Fig. 11 erscheint es combinirt mit dem Hexakisoktaëder y; auch in dem Fig. 48 abgebildeten Wachsthumsgebilde herrscht es vor.

Der einzige Krystall, an dem das bekanntlich für das Gold gewöhnliche Ikositetraëder $m(311)3O3$ bestimmt wurde, ist in Fig. 2 abgebildet. Die in Fig. 3 dargestellte gewöhnlichste Granatcombination ist für das Kupfer ebenfalls sehr selten und nur an einem einzigen Krystall beobachtet worden. Die Flächen des Ikositetraëders sind etwas uneben durch die bei diesem Mineral gewöhnliche Neigung zur Streifung und erlaubten deshalb keine genauen Messungen. Das Symbol dieser Form ergiebt sich indessen daraus, dass die Flächen die Kanten des Dodekaëders gerade abstumpfen, vielleicht aber wäre es richtiger, zu sagen, dass diese Form dem Symbol (211) sehr nahe kommt.

Fig. 10 stellt einen, an mehreren Krystallen beobachteten Typus dar, wie er auch schon von G. vom Rath beobachtet wurde, nämlich das Dodekaëder in Combination mit dem Hexakisoktaëder $y(18.10.5)\frac{18}{5}O\frac{9}{5}$. Dieses

Zeichen gab G. vom Rath, da er keine genauen Messungen vornehmen konnte, nur unter einigem Vorbehalt, meine Beobachtungen bestätigen jedoch die Richtigkeit desselben. Die Winkel dieses Hexakisoktaëders sind

Kante *A*	(18.10.5):(18.5.10)	$= 19^0 12\frac{1}{2}'$	
- *B*	(18.10.5):(18.10.$\bar{5}$)	$= 27\ 17\frac{5}{6}$	
- *C*	(18.10.5):(10.18.5)	$= 30\ 58$	ferner
	(100):(18.10.5)	$= 31\ 50\frac{3}{4}$	
	(110):(18.10.5)	$= 20\ 52\frac{1}{3}$	
	(111):(18.10.5)	$= 36\ 44\frac{1}{3}$	

Der einzige der obigen Winkel, welcher mit wirklich genügender Sicherheit gemessen werden konnte, war derjenige zweier, an der Dodekaëderfläche gegenüberliegender Flächen zu letzterer; derselbe wurde zu $20^0 59'$ und $21^0 0'$ gefunden, welche Werthe sehr gut mit dem berechneten $20^0 52\frac{1}{3}'$ übereinstimmen. Ferner wurde gemessen für (18.10.5):(18.5.10) $19^0 14'$, berechnet $19^0 12\frac{1}{2}'$. Die Flächen dieses Hexakisoktaëders waren an zwei Krystallen parallel der Kante *C* stark gestreift durch Alterniren mit einem zweiten Hexakisoktaëder von fast derselben Lage. Es war indess unmöglich, ein verlässiges Symbol für das letztere zu erhalten.

Ein weiteres dodekaëderähnliches Hexakisoktaëder ist in Fig. 12 abgebildet. Bei vielen Krystallen des Handstückes, welches diese Combination zeigt, sind die Dodekaëderflächen einfach durch feine Streifungen in vier Felder getheilt. Andere Krystalle dagegen zeigen das Hexakisoktaëder mit deutlichen Flächen, von denen zwei in der Kante *B* zusammenstossende in oscillatorischer Combination erscheinen und dadurch eine feine Streifung hervorbringen. In ein bis zwei Fällen waren die Flächen indess gross und eben genug, um am Goniometer deutliche Bilder zu liefern. Die Messungen ergaben:

$$(11.6.1):(11.1.6) = 33^0 12' \text{ und } (11.6.1):(11.6.\bar{1}) = 9^0 15'.$$

Die verschiedenen Winkel für (11.6.1)$11 O \frac{11}{6}$ sind:

Kante *A*	(11.6.1):(11.1.6)	$= 32^0 40\frac{1}{3}'$
- *B*	(11.6.1):(11.6.$\bar{1}$)	$= 9\ 7\frac{1}{2}$
- *C*	(11.6.1):(6.11.1)	$= 32\ 40\frac{1}{3}$
ferner	(11.6.1):(100)	$= 28\ 56\frac{1}{2}$
	(11.6.1):(110)	$= 19\ 59\frac{3}{4}$
	(11.6.1):(111)	$= 34\ 14$

Die Uebereinstimmung ist eine hinlängliche, um obiges Symbol als den besten Ausdruck der Lage der in Rede stehenden Fläche aufzustellen. Einige der Krystalle dieses Stückes zeigten auch das Hexaëder als vorwiegende Form.

Noch ein weiteres Hexakisoktaëder zeigt der Zwilling auf Tafel XII, Fig. 32. Dasselbe ist interessant, weil es sicher dasjenige ist, welches durch seine abwechselnde Combination die feine, oft beobachtete Streifung auf dem Tetrakishexaëder h hervorbringt. Aus dieser Thatsache folgt, dass das Verhältniss zweier Axen 4 : 1 sein muss, und aus dem gemessenen Winkel zu a, dem einzigen, der einigermassen mit Genauigkeit ermittelt werden konnte, folgt das wahrscheinliche Symbol (12.3.2)$6O4$, welches indess noch weiterer Bestätigung bedarf.

Gemessen wurde (100):(12.3.2) = 16° 30′, berechnet: 16° 43½′. Die Hauptwinkel dieser Form wären:

Kante	A	(12.3.2):(12.2.3) =	6° 28¼′
-	B	(12.3.2):(12.3.$\bar{2}$) =	28 22⅙
-	C	(12.3.2):(3.12.2) =	60 18½

Eine Anzahl Stücke zeigten mehr oder minder undeutliche Flächen von einem oder mehreren Hexakisoktaëdern, jedoch war es nur selten möglich, Messungen zu erhalten, genau genug, um dasselbe zu bestimmen. Es konnte deshalb auch meistens nicht entschieden werden, ob dieselben mit bereits bekannten Formen zu identificiren sind.

Structurunregelmässigkeiten der einfachen Krystalle. Das gediegen Kupfer gleicht dem gediegen Gold in der Häufigkeit, mit welcher seine Krystalle vertiefte und hohle Formen und andere hierdurch hervorgebrachte Besonderheiten zeigen. Ein Stück besteht aus einer Gruppe einfacher Dodekaëder, deren Flächen tiefe, unregelmässige Höhlungen zeigen. Bei einem andern sind die Formen kaum mehr als Skelette, indem dieselben bei fast vollkommener äusserlicher Ausbildung thatsächlich nur als blosse Schaalen erscheinen. In andern Fällen sind die Krystallkanten hervorragend und die Flächen tief eingedrückt. Ein solches Beispiel giebt Fig. 15 wieder, wo auf dem Hexaëder Vertiefungen entstanden sind, deren Seitenflächen von dem Dodekaëder gebildet werden. Besonders häufig sind die Flächen des Hexaëders dicht mit vierseitigen, durch die Dodekaëderflächen gebildeten Vertiefungen bedeckt (Fig. 15), oder aber auch von solchen vom gewöhnlichen Tetrakishexaëder. Gestreifte Flächen und solche mit unregelmässiger, welliger Beschaffenheit wurden ebenfalls häufig beobachtet und so könnten andere Unregelmässigkeiten, manchmal zufälliger Natur, noch vielfach angeführt werden.

Fälle von mehr oder weniger deutlichen, drei-, vier- oder sechsseitigen Erhebungen auf den grössern Flächen sind ebenso häufig anzutreffen. Zuweilen können dieselben auf bekannte Formen zurückgeführt werden, zuweilen sind dieselben aber zu undeutlich und können nicht bestimmt werden. Ein vicinales Tetrakishexaëder wurde gelegentlich auf den Flächen des Würfels bestimmt. Ein schönes Beispiel von solchen deutlichen, regel-

mässigen Erhebungen ist in Fig. 13 dargestellt, wo an den Enden der Würfelaxen hervorstehende, vom Tetrakishexaëder (530)$\infty O\frac{5}{3}$ gebildete Pyramiden auftreten, eine Form, welche, wie schon erwähnt, besondere Beziehung zu *h* hat.

Fig. 13 zeigt noch eine andere Unregelmässigkeit der Krystallstructur. Eine Würfelecke ist abgestumpft durch eine grosse Oktaëderfläche, in deren Mitte aber wieder die Flächen des Tetrakishexaëders *h* als kleine, sechsseitige Pyramiden erscheinen. Andere Krystalle zeigen denselben Fall, nur in mehr oder weniger symmetrischer Entwicklung, und zuweilen an verschiedenen Oktaëderecken. Die Oktaëderfläche kann aus einer Reihe von Platten mit parallelen Kanten aufgebaut sein, auf denen eine Anzahl winziger Pyramiden aufsitzen, welche in der eben geschilderten Weise gebildet sind. Diese Eigenthümlichkeit ist interessant, weil sie uns zu einer gleich zu besprechenden Erscheinung führt, nämlich der Neigung der Krystalle, sich mit rhomboëdrischer Symmetrie zu entwickeln. So bestehen eine Anzahl von Stücken wesentlich aus flachen Platten, entsprechend einer Oktaëderfläche, deren Oberflächen bedeckt sind mit sechsseitigen, tafelförmigen oder pyramidalen Erhöhungen, von denen die letztern sehr oft recht klein und dicht zusammengedrängt sind. Diese Pyramiden werden stets durch sechs, in einer oktaëdrischen Axe zusammenstossende Flächen eines Tetrakishexaëders gebildet. Ist dasselbe die Form *h*, so sind die Winkel der skalenoëdrischen Pyramide 61° 56′ und 19° 45′, während die Winkel an der Basis der Pyramide 87° 55′ resp. 152° 12′ sind (s. Fig. 14). Werden dagegen diese Erhöhungen von den Flächen des Tetrakishexaëders *e*(210)$\infty O2$ gebildet, so resultirt eine regelmässige sechsseitige Pyramide mit dem Polkantenwinkel 36° 52′ und dem Basiskantenwinkel 120°, dieser letztere Fall ist der häufigere und in Fig. 52 versinnbildlicht.

Zuweilen ist ein secundäres Wachsthum auf einem ursprünglichen Krystall zu beobachten. Ein besonders symmetrischer Fall dieser Art ist der bereits besprochene, welchen G. vom Rath beschrieben hat.

Gewöhnlich wird hierbei die urspüngliche Form theilweise vernichtet. So zeigen an einem Stück die Krystalle zahlreiche rauhe knotige Sprösslinge, so dass das Gebilde ein schwammartiges Ansehen erhält; an einem andern sind zwei grosse dodekaëdrische Krystalle theilweise eingeschlossen in eine derbe Masse Kupfer, welche nur Spuren krystallinischer Bildung erkennen lassen.

Verzerrte und pseudosymmetrische Formen. Fälle unregelmässiger Verzerrungen sind häufig, an einfachen Krystallen jedoch kaum mehr als bei vielen andern krystallisirten Mineralien. Im Gegentheile zeigt hier die Verzerrung gewöhnlich einen gewissen Grad von Regelmässigkeit, indem sie in der Richtung einer der Zwischenaxen stattfindet und dadurch Formen mit ausgesprochener Pseudo-Symmetrie entstehen. Eine Verlän-

gerung in der Richtung einer Würfelaxe, welche häufig beobachtet wird, führt, wenn sie symmetrisch vor sich geht, zu pseudo-tetragonalen Formen, wie in Fig. 16 (vergl. auch Fig. 48 und 49 unten). Findet die Verlängerung nur an der einen Seite einer Würfelaxe statt, so entstehen Formen von hemimorphem Ansehen und grösserer oder geringerer Unregelmässigkeit.

Eine symmetrische Entwicklung des Krystalls nach einer trigonalen Axe liefert Formen mit rhomboëdrischer Pseudo-Symmetrie. Diese Fälle sind so häufig und so interessant, dass sie weiterhin ausführlich beschrieben werden. Sehr gewöhnlich sind auch Draht- oder Band-ähnliche Formen von verschiedener Gestalt, häufig sehr gekrümmt und verflochten, mit einigen Andeutungen der Krystallform an der Oberfläche, meist aber sind diese Gebilde sehr undeutlich und können kaum Krystalle genannt werden.

Krystalle mit rhomboëdrischer Symmetrie. Es ist bezüglich der Krystallform der gediegenen Metalle, wie Gold, Silber und Kupfer eine interessante Thatsache, dass sie soft die Neigung zeigen, mit rhomboëdrischer statt mit regulärer Symmetrie zu krystallisiren. Eine grosse Anzahl hierher gehöriger Beispiele sind bekannt geworden und eines der schlagendsten dieser Art habe ich vor Kurzem (diese Zeitschr. **12**, 275) beschrieben, wo Krystalle von gediegen Gold genau die Form eines spitzen Rhomboëders ($4R$) hatten. Dieselben waren in paralleler Stellung angeordnet, so dass sie dünne Schnüre von Rhomboëdern bildeten, welche in der Richtung einer trigonalen Axe des Ikositetraëders $3O3$ entwickelt waren, während die übrigen Flächen des Ikositetraëders eine Pyramide $\frac{4}{3}P2$ und ein stumpfes Rhomboëder $\frac{2}{3}R$ bildeten.

Bei Untersuchung der vorgelegenen Kupferstücke wurden viele Beispiele solcher pseudosymmetrischer Formen angetroffen, keines jedoch in so ausgeprägtem Maasse wie das oben angeführte. In nachstehender Tabelle sind den gewöhnlichsten, an dem Kupfer beobachteten, regulären Formen diejenigen Zeichen gegenüber gestellt, welche dieselbe in rhomboëdrischer Stellung erhalten, d. h. wenn man sie mit einer trigonalen Axe (Normale von (111)) vertical stellt und den Würfel als ein Rhomboëder von 90° Kantenwinkel und der Verticalaxe $c = 1,22474$ zur Grundform nimmt.

	Regulär:		Rhomboëdrisch:	
Hexaëder:	$\infty O \infty$	(100)	a	$(10\bar{1}1)R$
Oktaëder:	O	(111)	o	$(0001)0R$
		$(11\bar{1})$	$o_{,}$	$(02\bar{2}1)-2R$
Dodekaëder:	∞O	(110)	d	$(01\bar{1}2)-\frac{1}{2}R$
		$(10\bar{1})$	$d_{,}$	$(11\bar{2}0)\infty P2$
Ikositetraëder:	$2O2$	(211)	p	$(10\bar{1}4)\frac{1}{4}R$
		$(11\bar{2})$	$p_{,}$	$(10\bar{1}0)\infty R$
		$(21\bar{1})$	$p_{,,}$	$(12\bar{3}2)-\frac{3}{2}P\frac{3}{2}$ oder $-\frac{1}{2}R3$

	Regulär:	Rhomboëdrisch:	
	$3O3(311)$	$m\ (20\bar{2}5)\frac{2}{5}R$	
	$(31\bar{1})$	$m_{,}\ (22\bar{4}3)\frac{4}{3}P2$	
	$(3\bar{1}\bar{1})$	$m_{,,}(40\bar{4}1)4R$	
Tetrakishexaëder:	$\infty O2(210)$	$e\ (11\bar{2}3)\frac{2}{3}P2$	
	$(20\bar{1})$	$e_{,}\ (21\bar{3}1)3P\frac{3}{2}$	oder $R3$
	$\infty O\frac{5}{3}(530)$	$l\ (23\bar{5}8)-\frac{5}{8}P\frac{5}{3}$	- $-\frac{1}{8}R5$
	$(50\bar{3})$	$l_{,}\ (53\bar{8}2)4P\frac{8}{5}$	- R
	$\infty O\frac{5}{2}(520)$	$k\ (32\bar{5}7)\frac{5}{7}P\frac{5}{3}$	- $\frac{1}{7}R5$
	$(50\bar{2})$	$k_{,}\ (52\bar{7}3)\frac{7}{3}P\frac{7}{5}$	- $R\frac{7}{3}$
	$\infty O4(410)$	$h\ (31\bar{4}5)\frac{4}{5}P\frac{4}{3}$	- $\frac{2}{5}R2$
	$(40\bar{1})$	$h_{,}\ (41\bar{5}3)\frac{5}{3}P\frac{5}{4}$	- $R\frac{5}{3}$

Unter den untersuchten Stücken von gediegen Kupfer fanden sich zwei, welche deutlich das spitze Rhomboëder $-2R$ erkennen liessen, Fig. 17. Der Rhomboëderwinkel beträgt hierbei $70^0\,32'$ und der ebene Winkel der Fläche an der Spitze 60^0. Die Basisfläche, welche nöthig wäre, um die acht Flächen des Oktaëders herzustellen, war nicht deutlich ausgebildet, wie überhaupt die Krystalle nur von geringer Schärfe waren, obgleich über die Deutung der Form kein Zweifel möglich ist.

Ein anderes Stück zeigt ein langes hexagonales Prisma $\infty P2(d_1)$, begrenzt von einem stumpfen Rhomboëder $-\frac{1}{2}R(d)$, sowie von untergeordneten Flächen der Rhomboëder $R(a)$ und $-2R(o)$, entsprechend der Combination ∞O, $\infty O\infty$, O bei einem normal entwickelten regulären Krystall. Die basische Projection (Fig. 23) zeigt die rhomboëdrische Symmetrie noch klarer. Der Pyramidenwürfel $e(210)\infty O2$ ist häufig rhomboëdrisch entwickelt, wie schon früher von Hauy (s. Seite 469), Haidinger, Lévy und Andern beobachtet wurde. Wie aus vorstehender Tabelle ersichtlich, entspricht derselbe einer hexagonalen Pyramide II. Ordnung $\frac{2}{3}P2$ und einem Skalenoëder $R3$. Die zwölf Flächen der letzteren Form sind häufig untergeordnet oder fehlen fast gänzlich, in welchem Fall die in Fig. 21 gezeichnete Pyramide entsteht; es ist dies dieselbe, welche, wie vorhergehend bemerkt, so häufig die Oberfläche oktaëdrischer Platten bedeckt. An einer Form, wie sie Fig. 21 darstellt, lässt sich aber nicht entscheiden, ob wir es mit einem einfachen Krystall oder einem Zwilling zu thun haben. Ist diese Form nach zwei gegenüber liegenden Flächenpaaren ausgedehnt, so entsteht ein rhombisches Prisma, begrenzt von einer stumpfen Pyramide.

Mehr oder minder verschiedenartige und complicirte rhomboëdrische Formen entstehen, je nachdem die eben genannten Flächen durch diejenigen des Hexaëders, Dodekaëders oder Oktaëders modificirt werden. In Fig. 20

ist ein einfacher Krystall, wie er mehrere Male beobachtet wurde, abgebildet, an welchem die Flächen der drei genannten Formen zusammen auftreten; auch Zwillinge von ähnlichem Habitus kommen vor.

Ein interessanter pseudosymmetrischer Durchkreuzungszwilling des Pyramidenwürfels $\infty O\frac{5}{3}(530)$ in Combination mit dem Würfel wurde beobachtet. An demselben herrschten die zwölf Flächen der erstgenannten Form, welche in der rhomboëdrischen Stellung das negative Skalenoëder $-\frac{1}{8}R5$ bilden, vor, während diejenigen des andern Skalenoëders nur undeutlich entwickelt sind. Die Würfelflächen sind sämmtliche zu gegen sechs oben und sechs unten. Zwillingsebene ist die Basis (Oktaëder). Die Tetrakishexaëder $\infty O4$ und $\infty O\frac{5}{2}$ sind zuweilen ebenfalls mehr oder minder deutlich rhomboëdrisch entwickelt, besonders das erstere. Das aus demselben resultirende Skalenoëder $\frac{2}{5}R2$ bildet gewöhnlich sechsseitige Erhöhungen auf der Oktaëderfläche, wie in Fig. 14.

Zwillinge. Die Krystalle des gediegenen Kupfers vom Obern-See sind sehr häufig Zwillinge. Die Bemerkung Rose's, dass bei den sibirischen Vorkommnissen einfache Krystalle selten seien, wurde jedoch an dem vorliegenden Material nicht bestätigt gefunden. Das beobachtete Zwillingsgesetz ist stets dasselbe, nämlich Verwachsung nach einer Fläche des Oktaëders, aber die Mannigfaltigkeit der Ausbildung und Verwickeltheit der Gestalten ist eine wirklich bemerkenswerthe. Die Zwillinge sind hauptsächlich nur Berührungszwillinge, doch wurden auch einige Durchkreuzungszwillinge, sowie einige Fälle wiederholter Zwillingsbildung beobachtet.

Ein solcher Durchkreuzungszwilling mit vorherrschendem $\infty O\frac{5}{3}$ wurde im Vorhergehenden erwähnt, einen weitern, ebenso interessanten, veranschaulicht Fig. 26. Die vorherrschende Form ist das Tetrakishexaëder k, doch kommt auch untergeordnet $h(410)$ vor, ferner Oktaëder und Dodekaëder. Auf einer Seite sieht derselbe fast wie ein symmetrischer kreuzförmiger Zwilling aus, während, wenn man von oben auf die mittlere Oktaëderfläche sieht (wie in Fig. 26), der Habitus rhomboëdrisch ist. Auf den ersten Anblick sieht das Gebilde wie eine Verwachsung von mehr als zwei Krystallen aus, aber die drei in Zwillingsstellung befindlichen Oktaëderflächen können alle auf dasselbe Individuum zurückgeführt werden. Die Regelmässigkeit der Entwicklung dieses Krystalls ist fast so symmetrisch, wie in der Zeichnung dargestellt.

Ein einfacher Berührungszwilling, ähnlich dem von Lévy abgebildeten, des Tetrakishexaëders mit Würfel mit den gewöhnlichen einspringenden Winkeln, ist in Fig. 22 abgebildet. Berührungszwillinge von einfachem Habitus und normaler Entwicklung sind sehr selten; Oktaëderzwillinge vom Spinelltypus wurden nur einige Male an einem complicirten Wachsthumsgebilde (ähnlich dem später beschriebenen, in Fig. 54 abgebildeten) wahrgenommen.

Die Anwendung des Spinellgesetzes auf den Würfel führt zu der in Fig. 25 gezeichneten Form. Dieselbe repräsentirt den gewöhnlichen Typus der von Rose beobachteten sibirischen Vorkommen, während am Obern-See Krystalle von dieser Ausbildung äusserst selten sind. Fast ausnahmslos sind diese Würfelzwillinge in der Richtung der Zwillingsaxe verkürzt und führen so zu einer Form, die aus zwei gleichartigen, dreiseitigen Pyramiden besteht, welche mit der Basis verwachsen sind. Diese, von Sadebeck am gediegen Silber von Kongsberg (diese Zeitschr. **5**, 107) beobachtete, Form ist in Fig. 24 in der gewöhnlichen und in Fig. 27 in der gleich zu erwähnenden rhombischen Stellung abgebildet. Diese dreiseitigen Zwillinge haben, wenn sie allein vorkommen, ein sehr anomales Ansehen, sie ähneln beim ersten Anblick einem Tetraëder oder einem hemitetragonalen Ikositetraëder. Ein Handstück aus der Sammlung des Herrn Prof. Brush zeigt eine grosse Fläche von Kupfer, welche dicht mit sehr kleinen Formen (1 mm — $\frac{1}{4}$ mm) besetzt ist; einige derselben sind Würfel, andere Pyramidenwürfel und nicht wenige sind trianguläre Zwillinge, wie in Fig. 24 oder 31, und gewöhnlich mit einem spitzen dreiseitigen Eck eingewachsen.

Sonst sind solche kubische Formen in dieser normalen Entwicklung selten. Im Allgemeinen sind sie in der Richtung einer Diagonalen der oktaëdrischen Zwillingsebene verlängert und nehmen so die Symmetrie eines (hemimorphen) orthorhombischen Krystalls an. In Fig. 27 ist dieser Zwilling in der der letztern Symmetrie entsprechenden Stellung dargestellt. Da diese Entwicklung eine sehr gewöhnliche Erscheinung ist, so ist es von Interesse, die Zeichen der gewöhnlichen regulären Formen bei dieser Stellung zu betrachten. Nimmt man hierbei zur Grundpyramide zwei Flächen des Hexaëders (100) und (010), so sind die Winkel dieser Pyramide 90^0 an den seitlichen Polkanten und $70^0\,32'$ an den vordern Polkanten (durch Zwillingsbildung). Der ebene Winkel an der Spitze beträgt 45^0; dem entsprechend sind die rhombischen Axen

$$a : b : c = 0{,}8165 : 1 : 1{,}4142.$$

Die Richtung der Verticalaxe fällt mit einer Diagonalen der oktaëdrischen Zwillingsebene zusammen, diejenige der brachydiagonalen Axe mit der Kante der zu dieser Axe senkrechten Fläche und endlich die Makroaxe mit der zur Zwillingsebene senkrechten Zwillingsaxe.

Die auf diese Axen bezogenen regulären Formen dieser Kupferzwillinge wandeln sich in diejenigen der nachstehenden Tabelle um. Die verschiedenen Formen, in welche sich eine reguläre Form theilt, sind wieder wie in voriger Tabelle durch beigefügte Zahlen bezeichnet.

		Regulär:	Rhombisch:
Hexaëder:	a	(100)	(111)
		(010)	$(\bar{1}11)$
	a_{I}	$(00\bar{1})$	$(01\bar{2})$
Dodekaëder:	d	(110)	(011)
	d_{I}	$(1\bar{1}0)$	(100)
	d_{II}	(101)	(103)
		(011)	$(\bar{1}0\bar{3})$
	d_{III}	$(10\bar{1})$	$(12\bar{1})$
		$(01\bar{1})$	$(\bar{1}2\bar{1})$
Oktaëder:	o	(111)	(014)
		$(1\bar{1}\bar{1})$	$(01\bar{4})$
	o_{I}	$(\bar{1}11)$	$(\bar{2}12)$
		$(\bar{1}\bar{1}1)$	(212)
		$(\bar{1}1\bar{1})$	$(\bar{2}1\bar{2})$
		$(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$	$(21\bar{2})$
	o_{II}	$(1\bar{1}1)$	$(0\bar{1}0)$
		$(11\bar{1})$	(010)

		Regulär:	Rhombisch:
Tetrakishexaëder:	k	(520)	(377)
	k_{I}	$(5\bar{2}0)$	(733)
	k_{II}	(502)	(539)
	k_{III}	$(50\bar{2})$	(571)
	k_{IV}	$(20\bar{5})$	$(27\bar{8})$
	e	(210)	(133)
	e_{I}	$(2\bar{1}0)$	(311)
	e_{II}	(201)	(214)
	e_{III}	$(20\bar{1})$	(230)
	e_{IV}	$(10\bar{2})$	$(13\bar{3})$
	h	(410)	(355)
	h_{I}	$(4\bar{1}0)$	(533)
	h_{II}	(401)	(436)
	h_{III}	$(40\bar{1})$	(452)
	h_{IV}	$(10\bar{4})$	$(15\bar{7})$
		etc.	etc.

Aus der Tabelle ist ersichtlich, dass das Brachypinakoid $(010)\infty\breve{P}\infty$ gebildet wird von der Oktaëderfläche ($o_{\text{II}}\,(11\bar{1})$); das Makropinakoid (100) $\infty\bar{P}\infty$ von einer Dodekaëderfläche ($d_1\,(1\bar{1}0)$); eine Fläche des Tetrakishexaëders e ist ein Prisma ($e_{\text{III}}\,(20\bar{1}) = (230)\infty\breve{P}\frac{3}{2}$).

Alle in obiger Tabelle angegebenen Flächen nun spielen eine bedeutende Rolle bei diesen Zwillingen. Die Umwandlung des Symbols der regulären Form ($h_1\,h_2\,h_3$) in dasjenige der rhombischen ($p_1\,p_2\,p_3$) lässt sich leicht mit Hilfe der folgenden Formeln bewerkstelligen:

$$p_1 = h_1 - h_2, \qquad p_2 = h_1 + h_2 - h_3, \qquad p_3 = h_1 + h_2 + 2h_3.$$

Die Art und Weise der Entwicklung dieser Zwillinge wird aus folgender Beschreibung klar werden.

Ein Stück, von seltener Schönheit und Vollkommenheit, besteht aus einer Gruppe von verlängert prismatischen Formen, von denen die grösste ungefähr $1\frac{1}{2}$ Zoll misst. Bei jeder nun wird die Endigung durch eine glatte und symmetrisch entwickelte Pyramide der obgenannten Art gebildet, während die Verlängerung in der Richtung der Diagonale der Zwillingsebene etwas weniger scharf ausgebildet ist. Fig. 33 *) zeigt eine der einfacheren dieser Formen in grösstmöglichster naturgetreuer Darstellung; Fig. 35 zeigt

*) Beim Zeichnen der Figg. 33—38, 51—54 wurde ich von Herrn J. H. Emerton auf das Beste unterstützt.

einen andern, sich ganz schmal zuspitzenden Krystall, während in Fig. 37 das äusserste Ende eines complicirten Krystalls wiedergegeben ist, an dessen einer Seite sich eine Gruppe parallel gestellter Würfel befindet. Andere Krystalle zeigen auf beiden Seiten ähnliche zu einander in Zwillingsstellung befindliche Gruppen. Diese dienen nun dazu, die wahre Natur der Endpyramide zu enthüllen, welche für sich allein genommen, grosse Schwierigkeiten darbieten würde, da sie einer normalen regulären Form durchaus unähnlich sieht. Die vordere Kante ist, wie aus der Figur ersichtlich, vielfach aus einer Reihe vorspringender Zacken zusammengesetzt in Folge einer wiederholten Ausbildung der untern Flächen des trigonalen Zwillings. Einer dieser Krystalle ist an den vordern, hintern und den beiden Seitenkanten so complicirt aus zackigen Vorsprüngen zusammengesetzt, dass es kaum möglich ist, ihn durch eine entsprechende Figur wiederzugeben.

Ein anderes Stück von kaum geringerer Schönheit als das soeben beschriebene besteht aus einer Gruppe von Zwillingskrystallen vom selben Typus, welche aber viel complicirter und unregelmässiger sind. Vorherrschend ist an denselben der gewöhnliche Pyramidenwürfel $h(410)\infty O4$. Vier um die Würfelfläche (100) gelegene Flächen dieser Form, nämlich $(410)h$, $(4\bar{1}0)h_1$, $(401)h_{II}$, $(40\bar{1})h_{III}$ entsprechen beziehungsweise in der rhombischen Stellung den Pyramiden $(355)\breve{P}\frac{5}{3}$, $(533)\frac{5}{3}\bar{P}\frac{5}{3}$, $(436)\frac{2}{3}\bar{P}\frac{4}{3}$ und $(452)\frac{5}{2}\breve{P}\frac{5}{4}$ (vergl. Fig. 30). Jeder dieser Krystalle verlangt jedoch, wie dies auch bei den kleinern Krystallen des vorgenannten Stückes der Fall ist, ein besonderes Studium für sich, bevor seine Form verstanden werden kann, was aber in Anbetracht des Umstandes, dass genauere Messungen nicht zu ermöglichen sind, keine leichte Sache ist. Eine entsprechende Wiedergabe durch Zeichnung des Stückes würde eine fast unbestimmte Zahl von idealen, sowohl als künstlerischen Figuren verlangen, so gross ist die Verschiedenheit der Formen.

Fig. 28 zeigt den trigonalen Würfelzwilling in Combination mit dem Oktaëder, eine nicht ungewöhnliche Form, obschon die Krystalle dieses Typus ebenso häufig mehr oder weniger unregelmässig verlängert sind wie in Figg. 33, 35, 37. Einen ähnlichen trigonalen Zwilling, combinirt mit dem Würfel und einem Theil des Tetrakishexaëders h, zeigt Fig. 31; wird derselbe in die rhombische Stellung gebracht, so erhält er das Ansehen der Fig. 29. Einen noch verwickelteren trigonalen Zwilling, ähnlich demjenigen in Fig. 31, zeigt Fig. 30, während der in Fig. 32 abgebildete denselben Habitus besitzt, aber an Stelle des Tetrakishexaëders das schon beschriebene Hexakisoktaëder zeigt.

Krystalle vom Typus der Fig. 29 und 30 bilden, wenn sie nach dem rhombischen Typus entwickelt sind, abgeflachte, spitze Krystalle von der Form einer Lanzenspitze, wie in Fig. 36 und 38. Die Abflachung erfolgt in

diesen Fällen nach einer Richtung senkrecht zur Zwillingsebene, jedoch auch parallel zu derselben, wie aus Folgendem zu ersehen. Sehr häufig ist auf einer oder auch beiden Seiten eine Spur des Hexaëders sichtbar, wodurch die Form orientirt werden kann und zuweilen sind auch noch die Tetrakishexaëderflächen in normaler Entwicklung auf den Würfelflächen zu beobachten. Die vordere Kante ist zuweilen scharf und in der vorher beschriebenen Weise durch Wiederholung der untern Flächen des trigonalen Zwillings gezackt. Fig. 34 zeigt diesen Fall gut, sie ist (wie die einfache Fig. 40, sowie die vorher besprochenen) mit der Zwillingsebene parallel, statt senkrecht zur Zeichnungsfläche entworfen. Diese einfacheren Stücke zeigen oft complicirte Wachsthumsrichtungen unter Winkeln von 60⁰ und gehen in solche Formen über wie in Fig. 51. Andere Stücke zeigen andere Formen desselben Typus, sind jedoch bezüglich der vorhandenen Flächen und ihrer relativen Entwicklung sehr verschieden; bei allen aber ist die Tendenz unverkennbar, sich mit rhombischer Symmetrie zu entwickeln.

Das Tetrakishexaëder *e* bildet einen besonders interessanten Fall, da er eine prismatische Form $\infty\breve{P}\frac{3}{2}(230)$ liefert, welche oben und unten durch eine Brachypyramide $\breve{P}3(133)$ begrenzt wird. Diese gar nicht ungewöhnliche Form bildet lanzenförmige, parallel der Zwillingsebene abgeflachte Krystalle und ist noch dadurch besonders bemerkenswerth, dass sie in dieser Stellung eine holoëdrisch-rhombische Form liefert, statt einer hemimorphen, wie die andern. Dieselbe Form entsteht auch ohne Zwillingsbildung durch die Verkürzung des Pyramidenwürfels nach der Richtung einer oktaëdrischen Axe und einer gleichmässigen Verlängerung parallel dem mittleren Flächenpaar (vergl. Fig. 21 und Seite 577).

Einen andern Typus der Zwillingskrystalle, verwandt mit dem oben beschriebenen, aber von gänzlich verschiedenem Aussehen, zeigt Fig. 44. Der zuerst untersuchte Krystall bot der Entzifferung grosse Schwierigkeiten dar, besonders da er sehr klein war und nur sehr wenige Flächen deutliche Reflexe gaben. Beim ersten Anblick erscheint der Krystall als ein quadratisches Prisma, zugeschärft durch eine spitze achtseitige Pyramide und combinirt mit einigen andern kleinen untergeordneten Flächen. Die Messung folgender Winkel diente dazu, die Form zu entwickeln. Der Winkel der Pyramide wurde an zwei sich entsprechenden Flächenpaaren mit guten Reflexbildern gemessen zu

$$38^0\,55' \text{ und } 39^0\,7'.$$

Die Winkel der übrigen pyramidalen Flächen ergaben sich approximativ zu 30⁰ bis 31⁰. Die erstern Winkel entsprechen denjenigen zweier anliegenden Flächen eines Zwillings-Oktaëders $o : o = 38^0\,56'$. Der andere Pyramidenwinkel entspricht demjenigen ($30^0\,27'$) zwischen zwei Flächen

des Tetrakishexaëders $k(520)\infty O\frac{5}{2}$. Die übrigen mit mehr oder weniger Genauigkeit gemessenen Winkel dienten dazu, um zu beweisen, dass die sonst noch vorhandenen Flächen dem Hexaëder (a), $O(o)$, $\infty O(d)$ und Tetrakishexaëder $(k)\infty O\frac{5}{2}$ angehören. Der Zwilling ist in Fig. 44 und in basischer Projection in Fig. 43 dargestellt, aus welch' letzterer die tetragonale Symmetrie auf den ersten Blick ersichtlich ist ($o_{II}\, d_{I} = 90^0$).

Andere an demselben Stück befindliche Krystalle fallen durch ihre Aehnlichkeit mit den eben erläuterten und besonders dadurch auf, dass sie ein geradeso gelegenes Flächenpaar aufweisen, wie dasjenige der beiden Würfelflächen a in Fig. 44. Aus dem gemessenen Winkel, der ungefähr 39^0 ($38^0\,56'$) ist, ergiebt sich indessen, dass es nicht zwei in der Zwillingsstellung befindliche Würfelflächen, deren Winkel $70^0\,32'$ ist, sein können, sondern dass es zwei in Zwillingsstellung stehende Oktaëderflächen sind. Diese Flächen zeigen, dass der in Rede stehende Krystall die complementäre Hälfte des vorhin beschriebenen Zwillings ist, wie Fig. 45, eine Projection auf die Zwillingsebene, zeigt; in derselben sind beide Enden, welche am Krystall nicht beobachtet wurden, dargestellt. In Fig. 45 steht die Oktaëderkante oben, entsprechend dem auf Seite 580 gegebenen Symbol. Die in Fig. 43—45 dargestellten Krystalle werden weiter unten, wo die Art und Weise ihrer Gruppirung (s. Fig. 46 und 54) beschrieben wird, noch weiter besprochen. Das Verständniss dieser Zwillinge wird dem Leser noch erleichtert durch den Vergleich mit den einfacheren Formen Fig. 39 und 42, welche mit der Zwillingsebene parallel der Zeichnungsebene gestellt sind. Fig. 39 ist ein einfacher Zwilling vom Spinelltypus, Fig. 40 der trigonale Würfelzwilling. Eine weitere, am Kupfer vorkommende Form zeigt Fig. 41, es ist derselbe Oktaëderzwilling, nur flach gedrückt und mit dem Hexaëder combinirt. Fig. 42 endlich ist der Würfelzwilling mit den Oktaëderflächen.

Ein anderer Typus dieser Zwillinge ist in Fig. 47 (Projection auf die Zwillingsebene) vorgeführt, der, wie die eben beschriebenen, sehr selten einen einspringenden Winkel zeigt. Die Krystalle dieses Typus sind verlängerte Prismen, deren eine Ecke durch zwei Oktaëderflächen ($o_{,} : \underline{o}_{,} = 38^0\,56'$), die andere durch Pseudoflächen ϑ ($\vartheta : \underline{\vartheta} = 90^0\,54'$) gebildet wird. Die Figur, welche eine solche Stellung hat, dass die prismatische Entwicklung deutlich hervortritt, muss, um leichter verstanden zu werden, so gedreht werden, dass die Fläche $o_{,}$ parallel ist derselben Fläche in Fig. 45. Alsdann entsprechen h und $h_{,,,}$ den Flächen des Pyramidenwürfels k und $k_{,,,}$ etc. Die Scheinflächen ϑ sind durch abwechselnde Combination zweier nebeneinander liegender Tetrakishexaëderflächen h und $h_{,,,}$ gebildet und erweisen sich auch in der That nur als eine Reihe feiner Rinnen.

Wenn dasselbe wirkliche Flächen wären, so würden sie einer Form *808* (81$\bar{1}$) im regulären, oder (7.10.7) im rhombischen System entsprechen. Die Zwillinge dieses Typus sind zuweilen sehr regelmässig und symmetrisch, dann aber auch wieder äusserst verzerrt und stark von der prismatischen Form abweichend.

Wachsthumsformen. Selbst die gewöhnlichsten Formen des gediegenen Kupfers zeigen an Stelle regelloser Verwachsungen ein Parallelwachsthum mit scharf bestimmten Richtungen. Besonders häufig sind zwei Arten von Verwachsungen; bei der ersten sind die Wachsthumsrichtungen (die »tektonischen Axen« von Sadebeck) der aneinander liegenden Krystalle oder Krystalltheile (Sub-Individuen) die kubischen Axen, bei der zweiten sind die Axen zu einander unter 60° geneigt und im Allgemeinen übereinstimmend mit den Diagonalen einer Oktaëderfläche. Ausser diesen zwei findet sich noch eine dritte, von den vorigen ganz verschiedene Parallelverwachsung.

Die erstere, auch bei andern regulären Mineralien gewöhnliche Verwachsungsart, ist beim Kupfer an Krystallen verschiedener Form vertreten.

An einem Stücke sind lauter kleine Hexaëder auf diese Weise verwachsen, während ein anderes aus verschiedenen, mit den Hauptaxen parallel gestellten Reihen von Oktaëdern besteht, deren jedes wieder selbst aus kleinen Oktaëdern (ähnlich Fig. 1) zusammengesetzt ist, so dass die ganze Gruppe den Eindruck eines ungemein zarten und schönen baumartigen Gebildes erweckt. Fig. 48 und 49 stellen zwei Fälle derselben Art dar. In Fig. 48 sind die vorherrschenden Formen das Oktaëder und das Dodekaëder, jedoch sind die Endkrystalle zuweilen so complicirt wie in Fig. 16, die Verwachsungen bilden manchmal lange Drähte mit hervorragenden kleinen Höckern von Oktaëdern; dann aber auch complicirtere, vielfach verästelte Gebilde, sowie ein ganz geschlossenes Netzwerk mit rechtwinkeligen Krystallrippen.

Das in Fig. 49 abgebildete Stück zeigt das Tetrakishexaëder h(410)$\infty O4$ in Wachsthumsformen nach den Würfelaxen. Dasselbe ist von grosser Schönheit und Interesse.

Die zweite oben angeführte Parallelverwachsung ist indessen die interessantere, besonders da die daran Theil nehmenden Krystalle Zwillinge sind. Die Wachsthumsrichtungen liegen hierbei in der Zwillingsebene in der oben angegebenen, sich unter 60° durchschneidenden Lage. Eine ähnliche Parallelverwachsung wurde, wie zu Anfang erwähnt, zuerst von Rose von sibirischem Kupfer beschrieben. Die Stücke vom Obern-See unterscheiden sich jedoch von den sibirischen dadurch, dass ihre ebenfalls unter 60° verlaufenden Wachsthumsrichtungen den Diagonalen der Oktaëderfläche und nicht den Kanten derselben parallel verlaufen. Alle von mir unter-

suchten Stücke dieses Fundortes zeigten diese Beziehung, mit Ausnahme eines einzigen, während eine prachtvolle Stufe aus Sibirien in Bement's Sammlung mit der Beschreibung von Rose übereinstimmt. Es mag noch bemerkt werden, dass Sadebeck diese beiden Systeme von »tektonischen Axen« als am gediegen, dendritischen Silber vorkommend beschreibt, während er die diagonale Art des Wachsthums am Kupfer beobachtete. Das von vom Rath beschriebene Stück vom Obern-See gehört der von Rose angegebenen Art an.

Ein ideales Wachsthumsgebilde des trigonalen Hexaëderzwillings nach der gewöhnlichen, eben besprochenen Art zeigt Fig. 50. Die thatsächlich vorkommenden Formen sind indessen höchst verwickelt, da an Stelle des einfachen Würfels entweder ein oder eine Combination mehrerer Tetrakishexaëder für sich allein oder in Combination mit Hexaëder, Oktaëder und Dodekaëder auftritt. Ferner zeigen die Handstücke manchmal Reihen isolirter kubischer Zwillinge, an welche sich solche mit compacteren und endlich solche anschliessen, welche einfache Platten mit breiter oktaëdrischer Oberfläche darstellen, welche die charakteristischen, spiessförmigen Zwillinge nur stellenweise an den Ecken zeigen und die hexagonalen Wachsthumslinien nur ganz leicht ausgeprägt aufweisen.

In letzterem Fall ist die oktaëdrische Oberfläche gewöhnlich bedeckt, oft sogar sehr dicht, mit hexagonalen Höckern, welche einem der erwähnten Tetrakishexaëder angehören. Weiterhin sind noch baumartige Gebilde von grosser Schönheit zu erwähnen, welche dadurch entstanden sind, dass die einzelnen Aestchen in leicht divergirender Stellung um ein gemeinsames Centrum vertheilt sind.

Die Zwillingsbildung selbst wird oft auch noch etwas complicirt, da nicht eine einfache Zwillingsverwachsung der Art vorliegt, dass die obern Theile sich in Zwillingsstellung zu den untern befinden, sondern an jeder der tektonischen Axen, sowohl oben wie unten, finden sich eine Anzahl kubischer Zwillinge in umgekehrter Stellung zu den angrenzenden, oder es erscheint ein einfacher Krystall in Zwillingsstellung mitten unter den andern.

Fig. 51 stellt eines der schönsten dieser beachtenswerthen Exemplare in $\frac{4}{5}$ der natürlichen Grösse dar. Dasselbe zeigt die Art der Verwachsung und die daraus hervorgehenden bemerkenswerthen und verwickelten Gebilde in der schönsten Weise, ebenso die spiessigen Formen an den Enden. Zur Erläuterung eines eben besprochenen Punktes muss noch bemerkt werden, dass die Krystalle des untern Theiles sich zu der Mehrzahl der andern in Zwillingsstellung befinden, ebenso auch vereinzelte Würfel an verschiedenen andern Stellen, so bei *a*. Fig. 52 zeigt eine der besprochenen tafelförmigen Verwachsungen mit vorherrschender Oktaëderfläche, an welcher nur an der Mittelrippe und an den Verzweigungen die Flächen der

Tetrakishexaëder deutlich sind, die Oberfläche des Gebildes ist bedeckt mit in der Figur nur theilweise dargestellten hexagonalen Tafeln und niedrigen Pyramiden.

Fig. 53 ist eine nur angenäherte Darstellung einer sehr zarten, moosartigen Verwachsung, welche dadurch beachtenswerth ist, dass die tektonischen Axen, was durch eine sorgfältige Untersuchung erkannt wurde, nicht den gewöhnlichen, sondern den von Rose beobachteten Verlauf nehmen.

Die Platten sind ungefähr einen Zoll lang und äusserst dünn und zerbrechlich. An denselben herrscht eine oktaëdrische Fläche vor, während dünn tafelförmige oder auch normal ausgebildete Würfel, theils in paralleler, theils in Zwillingsstellung herausragen. An einer andern Stelle der oktaëdrischen Oberfläche ist eine Anzahl Tetrakishexaëder in skalenoëdrischer Entwicklung, ebenfalls in beiderlei Stellungen, aufgewachsen.

Eine Anzahl schöner Stücke zeigen eine, von den vorhergehenden verschiedene, interessante neue Verwachsungsart. Die Ausbildung der daran theilnehmenden Krystallindividuen ist theilweise schon erörtert worden (s. Fig. 43, 44, 45). Das grössere Exemplar besteht, wie Fig. 54 zeigt, aus einem langen, leicht gekrümmten Aestchen mit einer Rinne in der Mitte, von welcher beiderseitig eine Reihe kleiner (2 mm langer) Kryställchen abzweigen, welche sich unter Winkeln von 70° 32′ und 109° 28′ durchkreuzen. Diese Richtung entspricht einer Kante der Zwillingsoktaëderfläche. Die obern und untern Krystalle entsprechen den beiden Hälften der Fig. 45. Die untern, mit der hexaëdrischen Zwillingskante, haben eine ziemlich constante, in Fig. 46 dargestellte Gestalt. Die obern Krystalle mit der oktaëdrischen Zwillingskante zeigen vielfach die Tendenz, sich den untern ähnlich zu entwickeln, durch einseitige Verlängerung in einer Richtung normal zur Würfelkante. Es ist dies in Fig. 46 angedeutet, doch sind viele Krystalle noch viel mehr verlängert und neigen unter spitzen Winkeln nach einer Seite. Andere Krystalle sind breite Tafeln und zeigen dann nur einige wenige Flächen, ausgenommen an den Kanten.

Die kleineren Exemplare dieses Typus zeigen noch deutlicher eine zweite ähnliche Wachsthumsrichtung nach derselben Axe, welche die andern unter 70° 32′ schneidet. Der Querschnitt in Fig. 55 erläutert die Beziehung der beiden Reihen. Die Individuen I und II befinden sich in Zwillingsstellung mit der oktaëdrischen Kante oben. Die Individuen III und IV sind ebenfalls in Zwillingsstellung mit der anliegenden Oktaëderfläche als Zwillingsebene und in der Weise, dass die erstere Zwillingsebene parallel ist der Oktaëderfläche von III, welche die Kante zwischen III und IV bildet. Ein anderes Exemplar zeigte dieselbe complicirte Verwachsung, obschon die einzelnen Krystalle einfacher ausgebildet waren, nämlich zum

Theil einfache Spinellzwillinge, vom Ansehen der Fig. 39. Die Krystallreihen liefen in allen Fällen, wo sie ihre natürliche Endigung hatten, in ziemlich feine Spitzen aus.

Am Schlusse dieser, den Stoff keineswegs erschöpfenden Arbeit, möchte ich noch dem Herrn Clarence S. Bement meinen Dank aussprechen für die Freundlichkeit, mit der er mir die freie Benutzung seiner werthvollen Sammlung während mehrerer Monate gestattete, sowie für die substantielle Unterstützung, welche eine so reichliche Anzahl von Abbildungen ermöglichte.

XXXVIII. Mittheilungen aus dem mineralogischen Laboratorium der technischen Hochschule zu Karlsruhe.

Fortsetzung von Seite 40—49.

XV. Beiträge zur Kenntniss einiger Glieder der Glimmerfamilie.

Von

A. Knop.

Die Glieder der Glimmerfamilie gehören wohl noch zum grossen Theil zu denjenigen Mineralien, welche bei stark ausgesprochener Aehnlichkeit ihrer äusseren Beschaffenheit ihr inneres chemisches Wesen in Dunkelheit hüllen. Die eminente Spaltbarkeit nach einer Richtung, die grosse Aehnlichkeit ihrer Krystallformen, theilweise auch ihre grosse Widerstandsfähigkeit gegen zersetzende Agentien, erzeugen in uns die Vorstellung von sehr stabiler Gleichgewichtslage der die Glimmermolekel zusammensetzenden Atome und die von ähnlicher Constitution der Molekularsysteme der Individuen.

Die genetischen Beziehungen des Glimmers zur Familie der Feldspathe einerseits, zu der des Pyroxens und Amphibols andererseits; das massenhafte Auftreten desselben in sehr verbreiteten und mächtig entwickelten Gebirgsformationen, wie im Granit, Gneiss, Phyllit, Thonschiefer etc., bis zu der pinitoidischen Form plastisch thonartiger Gebilde jüngerer Umwandlungen geben ihm eine hervorragende Bedeutung in der Entwicklungsgeschichte unseres Planeten. — Und doch ist es bis jetzt nicht mit Sicherheit gelungen, trotz der lebhaft ausgesprochenen Krystallisationstendenz der Glimmersubstanz, dieselbe auf künstlichem Wege zur Krystallisation zu zwingen.

Die wenigen Fälle künstlicher Glimmerbildung, welche die Litteratur verzeichnet, sind doch wohl noch nicht hinlänglich experimentell begründet, um mit einiger Wahrscheinlichkeit auf die Bedingungen der Bildungs-

weise einen Schluss ziehen zu dürfen, wenn auch J. H. L. Vogt*) das bekannte von Mitscherlich beschriebene Vorkommen von Schlacken von Garpenberg in Dalekarlien als eine entschiedene Hochofenbildung vertheidigt. Eine solche Bildung scheint sich bis jetzt nicht wiederholt zu haben.

Wie es scheint, bilden sich Muscovite aus Feldspath oder feldspathartigen Mineralien; abgesehen von den Fällen, in denen Thonerdesilicate durch Hinzutreten von Alkalien die ersteren erzeugen. Die Entstehung der Biotite indessen scheint wesentlich an die Substanz der Amphiboloide gebunden zu sein.

»Die Idee, dass das Reactionsproduct demselben Typus, wie der ursprüngliche Körper angehöre, beherrscht heute noch alle unsere Speculationen über Structur und Constitution« nach dem Princip der Erhaltung des Typus (vergl. Ladenburg, Theorie der aromatischen Verbindungen 1876, S. 3. Isomerie, Substitution), eine Idee, die auch für die Auffassung der Pseudomorphosen im Mineralreiche, als dem directen Ausdruck chemischer Umwandlungen viel Ansprechendes hat. Demnach möchte man den Typus des Feldspathes auch im Muscovit wiederfinden, den der Amphibole im Biotit. Für ersteren, den Muscovit, motivirt auch Tschermak in seiner Abhandlung über die Glimmerfamilie (Sitzungsber. d. Wien. Akad. d. Wiss. **76,** Juliheft, auch diese Zeitschr. **2,** 1878 und **3,** 1879) die Erhaltung des chemischen Feldspathtypus. Für den Biotit indessen macht er Isomorphie mit Muscovit geltend und folgert daraus auf gleiche Molekularconstitution und endlich auf analoge atomistische Constitution der Molekel beider.

Eingangs seiner vortrefflichen Darstellung der Glimmergruppe sagt Tschermak (l. c.) bezüglich der Ursachen, welche eine genaue Einsicht in die Constitution der Glimmerarten trüben: »Es hat allerdings nicht an Versuchen gefehlt, in das Verständniss dieser Gruppe einzudringen, doch scheiterten viele Bemühungen an der Ungunst des Materials, zuweilen auch an der Unvollkommenheit der Methoden.«

Im Verlaufe längerer Zeit bin auch ich bei meinen mineralogischen Studien öfters mit den Glimmern, besonders mit Biotit, in Conflict gerathen. Eine Summe gemachter Erfahrungen auf diesem Gebiete hat mich nicht ermuntert, dieselben der Oeffentlichkeit zu übergeben. Indessen, wenn man die grosse Anzahl analysirter Biotite und ähnlicher Körper überblickt und in den empirisch gewonnenen Resultaten übrigens gewissenhaft ausgeführter Untersuchungen Schwankungen von grossem Umfange erkennt, die sich theoretisch keiner einfachen exacten Vorstellung fügen wollen, ferner, wenn man Gelegenheit hatte manche Ursachen, welche trübend auf gehoffte Resultate einwirken, ausfindig zu machen, so scheint es mir doch

*) Studier over Slagger 1884, S. 39 und 295; diese Zeitschr. **11**, 322.

nicht ohne Interesse zu sein, wenn dieselben auch anderen Forschern zur Beurtheilung und eventuellen Benutzung vorgelegt werden. Lediglich von diesem Gesichtspunkte aus sind die folgenden Mittheilungen entstanden. Sie wurzeln theils in einer Anzahl eigener Versuche, die wahre Constitution der Biotite kennen zu lernen, theils aber auch in den Mittheilungen Anderer, die mein Interesse dafür lebhaft in Anspruch nahmen. Speciell war es eine Mittheilnng Sandberger's (in »Beiträge zur Statistik der inneren Verwaltung des Grossherzogthums Baden, XVI, S. 21«) über einen sogenannten Eisenglimmer, d. i. ein Biotit, in welchem fast der ganze, in wahren Biotiten übrigens ziemlich constante Magnesiagehalt durch Eisenoxydul ersetzt sein sollte, welche mich anregte, nach ähnlichen Vorkommnissen zu suchen. Ich habe bis jetzt kein solches gefunden und so musste ich mich an dasselbe, welches Sandberger beschreibt und Nessler (l. c.) analysirt hat, halten. Ich möchte deshalb gleich Eingangs dieser Mittheilungen auf die Natur dieses Eisenbiotites aufmerksam machen, weil die Methoden der Behandlung desselben instructiv sind und weil die Nessler'sche Analyse sich weit durch die Litteratur hindurchgezogen hat, ohne dass sie von irgend einer Seite her bestätigt worden wäre. Endlich aber kann auch daran demonstrirt werden, dass es Vorkommnisse giebt, die überhaupt nicht analysirbar sind, ohne dass das Resultat sich ziemlich weit vom wahren Bestande des Biotites entfernte.

Diesen Eisenbiotit und sein Auftreten schildert Sandberger kurz folgendermaassen: Der Glimmer ist in dem schiefrigen Gneiss meistens in so kleinen Schuppen enthalten, dass man ihn nicht näher untersuchen kann; am Seebächle, hinter Dorf Freiersbach, bei Döttelbach, u. a. O. bildet er aber eigene, $\frac{1}{2}$ Zoll dicke Lagen und in dem Milbenthälchen bei Petersthal scheidet er sich innerhalb des schiefrigen Gneisses in grossblättrigen Lagen selbständig aus, welche über 1 Zoll stark sind und nur noch stellenweise grössere und kleinere Knoten (Augen) von farblosem Oligoklase und sehr selten gelbe lange Säulen von Apatit enthalten. Die Blättchen werden als optisch zweiaxig mit geringem Winkel der optischen Axen geschildert. Das spec. Gew. = 3,044. Farbe tiefbraun, das Pulver rostgelb; der Glanz lebhaft perlmutterartig. V. d. L. schmilzt das Mineral sehr leicht zu einer schwarzen Perle, welche stark magnetisch ist. Von Schwefelsäure wird es vollständig zersetzt. Die abgeschiedene Kieselsäure reagirt mit Zinn deutlich auf einen Titansäuregehalt.

Die Analyse von Nessler ergab folgende Zahlen (vergl. auch Rammelsberg, Handb. d. Mineralchemie, 2. Aufl., S. 532 unter Eisenglimmer, Nr. 1): SiO_2 38,34, TiO_2 0,60, Al_2O_3 33,80, Fe_2O_3 13,73, FeO 7,40, MgO 0,36, K_2O 4,22, Na_2O 0,56 und H_2O 1,36 (S. = 100,37).

Sandberger knüpft daran die Bemerkung: »Der Glimmer ist hier-

nach keinenfalls ein Magnesiaglimmer, sondern ein Eisenglimmer, in dem ausserdem noch der hohe Thonerdegehalt auffällt.« —

Vor einer Reihe von Jahren habe ich im Seebächle, am Aufstieg nach dem Passe, der ins Wildschappachthal führt, selbst Proben der oben geschilderten Biotiteinlagerungen im schiefrigen Gneiss aufgenommen. Sandberger's Originalstücke, welche im Grossherzoglichen Naturalien-Cabinet zu Karlsruhe sich befinden, habe ich mit meinem Material verglichen und als gleichartig befunden, auch giebt es das auffallende rostrothe Pulver beim Zerreiben im Mörser und ist unter dem Pistill nicht weich, wie reiner Glimmer, sondern etwas spröde und knirschend. Ueber die optische Zweiaxigkeit mit sehr kleinem Winkel kann man verschiedener Meinung sein.

Um das ziemlich grossschuppige Aggregat von Biotitblättern zu reinigen, bediente ich mich einer Lösung von Jodquecksilberkalium. Der Biotit wurde unter Wasser zerrieben, um ihn in möglich dünne Blättchen zerfallen zu lassen und die Einschlüsse in ihm möglich vollständig herauszulösen. Nach dem Filtriren und Trocknen des leichtest vom Wasser abschwemmbaren Materials wurde es auf den Spiegel einer concentrirten Lösung von jenem Quecksilbersalze gebracht. Dadurch trennte sich das Material in einen schwimmenden Rahm und einen schweren untersinkenden Antheil. Letzterer war recht homogen und ergab sich als Eisenglanz. Der schwimmende Rahm liess sich durch vorsichtige Verdünnung wiederum zerlegen in sinkenden Biotit und ein oben verharrendes Gemenge von leichteren Mineralien. Unter dem Mikroskope konnten diese Körper erkannt werden als

1. Quarz und Feldspath in unerwartet grosser Menge,
2. Biotit und
3. Eisenglanz.

Im Verhältniss zum Biotit betrug die Menge des Eisenglanzes 11,13 % des Gemenges beider.

Die feinen Blättchen des so möglich rein dargestellten Biotites unter dem Mikroskope beobachtet, zeigten, dass sie noch viel des Eisenglanzes und der übrigen Beimengungen fest eingeschlossen enthielten. Nochmalige mechanische Zerkleinerung des Biotites und wiederholte Behandlung mit Jodquecksilberkalium-Lösung ergaben, dass auch dadurch die Biotitblättchen von ihren Parasiten nicht befreit werden konnten. Sie waren nicht von einer Reinheit herzustellen, welche eine quantitative Analyse hätte lohnend erscheinen lassen können.

Indessen musste es doch immerhin von Interesse sein, zu untersuchen, ob der so gereinigte und von Eisenglanz möglich befreite Biotit noch immer seine grosse Armuth an Magnesia und seinen Reichthum an Thonerde beibehielte. Ich habe daher eine hinreichende Menge des relativ reinsten,

nach obigen Methoden dargestellten Materials speciell auf den Gehalt an beiden Körpern geprüft.

Es wurde gefunden: MgO 12,33 % und Al_2O_3 16,62 %, also doch so viel davon, dass sich der Gehalt daran dem der normalen Biotite so weit nähert, um zu erkennen, dass die frühere Analyse noch mit methodischen Fehlern behaftet ist. Wahrscheinlich ist die Zerlegung des Magnesiumaluminats durch vollständiges Wegkochen des bei der Fällung benutzten Ammoniaks nicht gelungen.

Der gewonnene Eisenglanz erwies sich unter dem Mikroskope als sehr homogen. Eine Prüfung auf Titansäure ergab den Gehalt von 12,4 %. Er ist also fast genau so constituirt, wie die Eisenrose vom St. Gotthardt, welche 12,67 % Titansäure aufweist, bei einem spec. Gew. = 5,187.

Eine so grosse Quantität des Titaneisenglanzes als Beimengung des Biotites erklärt wohl hinreichend die Eigenschaften des letzteren, beim Zerreiben eine gewisse Sprödigkeit und rostrothes Pulver zu zeigen; auch das hohe specifische Gewicht.

Nessler's Analyse ist jedenfalls mit möglich grossblättrigem und rein ausgesuchtem Material ausgeführt worden. Aus den specifischen Gewichten der Eisenrose = 5,187, des normalen Biotits = 2,8 und Sandberger's Eisenbiotit = 3,044 liesse sich nun unter der Voraussetzung, dass dieser Biotit genau so beschaffen wäre, wie der von mir rein dargestellte, und als Gemenge von normalem Biotit mit Titaneisenglanz anzusehen sei, das Mischungsverhältniss beider Körper leicht mit Hilfe der Mischungsformel berechnen. Führt man diese Rechnung aus, so gelangt man zu dem Resultate, dass auf 1 Gew.-Thl. Titaneisen 8 Gew.-Thl. Biotit, oder

11,4 - Titaneisen auf 100 Gew.-Thl. Biotit kommen.

Mechanisch, durch Jodquecksilberkalium-Lösung getrennt, wurde das Verhältniss = 11,13 Titaneisen zu 100 Biotit gefunden.

Das stimmt so hinlänglich, dass an der Gleichheit der untersuchten Biotite nicht gut gezweifelt werden kann.

Auf Grund des Gehaltes des Titaneisenglanzes an Titansäure müsste die frühere Analyse des Biotits 1,50 % TiO_2 liefern, gegen 0,60 angegebener.

Addirt man aber den normalen Magnesiagehalt des Biotits zu seinem Thonerdegehalt, so erhält man 29,61 % (gegen 33,80 der Analyse), was die oben angegebene Auffassung von der misslungenen Trennung beider Körper noch wahrscheinlicher macht.

In Zukunft kann also dieser Eisenglimmer aus der Gegend von Freiersbach im Schwarzwalde nicht mehr als Beispiel von der Vertretung der Magnesia durch Eisenoxydul in Betracht gezogen werden. Es wurde nicht die Mineralspecies »Biotit«, sondern eine Gebirgsart »Biotitschiefer« analysirt.

Ein anderes Beispiel für die Beschaffenheit von Biotiten lieferte mir ein Vorkommen derselben im Centralgneiss Tirols. Es war im August 1881, als ich vom Schwarzensteingletscher abstieg nach dem Breitlahner im Zemmgrund. Am Fusse des Greiner, oberhalb der Klausenalp, war der Gletscherbach bereits gegen Abend kleiner geworden und hatte vom Hochwasser des Mittags her grössere tiefschwarze, glänzende Schollen eines prachtvollen Biotitschiefers an den Ufern gestrandet hinterlassen. Ich nahm davon mehrere grosse Handstücke zur Untersuchung mit. Auf dem Hauptbruche erschien derselbe ziemlich grossschuppig, von sehr frischem Aussehen und homogen. Auf dem Querbruche war nicht viel Fremdartiges zu erkennen, so dass ich glaubte, eine sehr reine Substanz für die Analyse entdeckt zu haben. Er wurde für die mechanische Reinigung wie der vorige mit Jodquecksilberkalium-Lösung behandelt, dieses Mal aber quantitativ. Aus der concentrirtesten Lösung des Salzes fiel noch ein ziemlich bedeutender Niederschlag zu Boden, welcher sehr homogen für sich aussah, deutliche durchsichtige Krystalle enthielt, mit Endflächen, und von hellbräunlichgelber Farbe war. Allem Anscheine nach musste das Epidot sein. Der leichteste Rahm, nachdem durch Verdünnung Biotit zum Sinken gebracht war, bestand aus Feldspath und Quarz. Die mechanische Analyse ergab:

Quarz + Albit	8,4
Epidot	20,8
Biotit	70,8
	100,0

Trotz aller Sorgfalt der Reinigung des Biotits zeigte sich bei der späteren chemischen Analyse (Nr. 5), dass ihm noch 2,08 % fremder Bestandtheile anhafteten, welche nach dem Aufschliessen der Probe mit Schwefelsäure unzersetzt zurückblieben.

Um Gewissheit über die Natur des für Epidot gehaltenen beigemengten Minerals zu erlangen, ersuchte ich Herrn Professor Dr. Cathrein eine Analyse davon auszuführen, zu welcher Arbeit die grosse Reinheit des Minerals, wie sie sich bei Betrachtung unter dem Mikroskop herausstellte, einlud. Ueber das Resultat seiner Untersuchung berichtete mir Cathrein folgendermassen:

»Das im Biotit von der Klausen-Alp eingewachsene Mineral von höherem Volumgewicht zeigt unter dem Mikroskop alle Eigenthümlichkeiten des Epidots: säuligen Habitus mit Quergliederung, vollkommener Längsspaltung, und häufig unter circa 70° zu einander geneigte dachförmige Endflächen ($n : n = 70° 25'$; $z : z = 70°$ ber.), blassgrüne Farben mit schwachem Pleochroismus, welcher sich durch gelbliche Färbung der Säulchen bei senkrechter Stellung zur Schwingungsrichtung des Nicols äussert, lebhafte chromatische Polarisation und gerade Auslöschung zur Längsaxe.

Das Aufschliessen der Substanz zum Zweck der Analyse geschah mit kohlensaurem Kali-Natron. Die Trennung von Thonerde und Eisenoxyd mittelst Natronlauge. Der Eisenoxydhydrat-Niederschlag war tiefrothbraun gefärbt, was als Zeichen der Abwesenheit grösserer Mengen von Titansäure*) gelten kann. Von Magnesia fand sich keine Spur.

Die Analyse ergab:

					Berechnet:		
SiO_2	38,96	SiO_2	28,94	+	9,09	—	38,03
Al_2O_3	24,05	Al_2O_3	24,62		—	—	24,62
Fe_2O_3	11,49	Fe_2O_3	—		11,87	—	11,87
CaO	23,83	CaO	17,99		5,59	—	23,58
H_2O	1,94	H_2O	1,45		0,45	—	1,90
	100,27		73,00 Zoisit	+	27,00 Epidot.		100,00

Die Berechnung ist ausgeführt nach der Auffassung von Ludwig und Tschermak (diese Zeitschr. 6, 173), welcher zufolge der Epidot eine Mischung von Zoisitsilicat ($= Si_6Al_6Ca_4H_2O_{26}$) und Epidotsilicat ($= Si_6Fe_6Ca_4H_2O_{26}$) ist.

Diese Analyse bestätigt also vollauf die Epidotnatur der Mikrolithe des Biotitschiefers und den mikroskopischen Befund.«

Ein drittes Vorkommen von Biotit, welches auf seine Reinheit untersucht wurde, stammt aus einem Anbruch an der Landstrasse oberhalb Böstenbach bei Petersthal im Schwarzwalde (Renchthal). Sandberger beschreibt dasselbe auch in Beitr. z. Statistik d. inneren Verwaltung d. Grossherzogthums Baden, Heft XVI, S. 24. Geol. Beschr. d. Renchbäder. Ziemlich mächtige lenticuläre Einlagerungen eines grobkörnigen Gemenges von zwillingsstreifigem Oligoklas mit schwarzem Biotit befinden sich dort im Hornblendeschiefer. In den peripherischen Regionen der Linsen gegen den Schiefer tritt der Oligoklas zurück und es entwickelt sich eine starke Lage grossschuppigen Biotites, aus der man mit Leichtigkeit grössere Partien herausschlagen konnte. Unter dem Mikroskope zeigte auch er sich ziemlich homogen, während der Oligoklas häufig von Apatitnadeln durchspickt war.

Die Reindarstellung des Biotites habe ich damals (Anno 1880) noch nicht mit Jodquecksilberkalium ausgeführt, sondern durch Abschlämmen mit Wasser, wobei allerdings viel Oligoklas im Rückstand blieb. Nur die reinsten homogen aussehenden Blätter wurden analysirt. Indessen erhielt ich dabei Resultate, welche mir nicht gefielen; namentlich bei mehreren

*) Bei dieser Gelegenheit mag mir die Notiz gestattet sein, dass ich früher einmal den bekannten schönen Epidot von der Knappenwand im Pinzgau auf einen Gehalt von Titansäure speciell geprüft habe, aber keine Spur davon finden konnte (A. K.).

Analysen stets einen gegen 2 % betragenden Gehalt an Kalkerde. Auch erhielt ich Reactionen, die auf Ceroxyde deuteten, so dass ich mich veranlasst sah, auf das Vorkommen dieser Körper in den Biotiten besonderes Gewicht zu legen. In der That beruhten die Reactionen jener Körper nicht auf Täuschung, aber ich musste die Erfahrung machen, dass, wenn der mechanisch gereinigte Biotit einer chemischen Reinigung vermittelst verdünnter Salzsäure*) unterworfen wurde, auch der Gehalt an Kalkerde und an Cererden wesentlich abnahm, woraus wohl der Schluss gezogen werden durfte, dass diese Körper nicht zur Constitution dieses Biotites gehören. Vollständig konnten sie chemisch nicht entfernt werden. Wahrscheinlich gehörten sie eingeklemmtem Apatit an, der zwischen Biotitlamellen sich in dünnen Blättchen verbirgt, ähnlich, wie das ja auch makroskopisch vom Granat in Glimmer von Haddam in Connecticut und von Turmalin in solchem von Acworth, New Hampshire, durch Nöggerath's Beschreibung (Verh. d. niederrhein. Gesellsch. f. Naturk. in Bonn, 7. December 1859; Jahrb. Min. 1860, 442) bekannt geworden ist. Wahrscheinlich findet sich auch in ähnlicher Weise noch ein Carbonat im Biotit eingewachsen, denn während der Zersetzung grösserer Quantitäten dieses Biotites sah man zeitweilig Luftbläschen aufsteigen.

Als ich die Mittheilungen »Sulla diffusione del cerio, del lantano e del didimio« (Reale Acc. dei Lincei, Ser. 3ª, vol. III, Memorie etc.) von A. Cossa in Turin erhielt und daraus gelernt hatte, dass Cer, Didym, Lanthan und Yttererde häufige Bestandtheile des Apatites seien, tauchte in mir der Verdacht auf, dass jene Erden im Biotit von Böstenbach auch an beigemengten Apatit gebunden sein könnten. Ich machte daher den Versuch und zog ebensowohl grössere Mengen des Biotites, als auch des zerkleinerten Oligoklases mit verdünnter Salzsäure aus, um Apatit in Lösung zu bringen, und behandelte diesen Auszug auf Cererden, welche denn auch in zweifelloser Weise darin bestätigt werden konnten, nebst Yttererde**).

Nachdem indessen dieser Biotit von Böstenbach mechanisch und chemisch nach obigen Methoden gereinigt worden war, ergab er analytische Resultate, welche annehmbar waren (Analyse I).

---

*) Es wird dabei auch Biotit stark angegriffen, so dass die gereinigten Proben nachträglich mit Natronlauge gekocht werden mussten, um abgeschiedene Kieselerde zu lösen. Zuletzt wurde nochmals mit ganz verdünnter Salzsäure nachgewaschen, um das durch Natron gefällte Eisenoxyd zu entfernen.

**) Die nahezu neutral gemachte Lösung wurde zersetzt durch längere Digestion mit etwas überschüssiger Oxalsäure. Die Oxalate geglüht gehen in Carbonate über. In HCl diese gelöst und mit Ammoniak gefällt, filtrirt und gewaschen, geben die Hydrate der Ceroxyde. Diese, bei Luftzutritt geglüht, werden braun, geben mit Schwefelsäure eine goldgelbe Lösung, die mit schwefelsaurem Kali gefällt das charakteristische schwer lösliche gelbe Doppelsalz liefert.

Unter dem Mikroskope erkennt man bei diesem Biotit, wie bei allen übrigen aus dem Renchthale öfters Schaaren blutrother hexagonaler Blättchen und schwarze dickere Erzkörner, welche sich mit verdünnter Salzsäure nicht entfernen lassen; sie deuten wohl auf Eisenglanz, oder Titaneisenglanz.

Eine grössere Anzahl durch ihre scheinbare Reinheit imponirender Biotitvarietäten habe ich für den Zweck der chemischen Untersuchung gesammelt. Bei genauerer Prüfung aber habe ich manche, als ganz hoffnungslos für ein annähernd brauchbares Resultat, fallen lassen müssen, denn die verwendete Mühe würde vergeblich gewesen sein. Wenn Quarz, Epidot, saure Feldspathe und andere von Salzsäure schwer angreifbare Mineralien mit Biotit gemengt sind, dann kann man den löslichen Rückstand von dem löslichen Theile wohl mit möglich geringen Fehlern in Abzug bringen; wenn der Biotit aber in grösseren Mengen mit anderen unter gleichen Bedingungen zersetzbaren Mineralien gemengt ist, dann ist wohl oft eine mechanische, wie chemische oder rechnende Trennung unmöglich. Solche Verhältnisse traf ich bei der Untersuchung eines prachtvoll dunkelgrünlichschwarzen und glänzenden, schuppigen Aggregates, welches ich aufzunehmen Gelegenheit hatte in der Nähe des Hôtels de la Prosa auf der Passhöhe des St. Gotthardt. Es war im Gneiss eingelagert in etwa zolldicken Schichten. Unter dem Mikroskope konnte man in ihm unzählige Chloritlamellen entdecken, welche mit Biotitlamellen wie Kartenblätter gemischt waren. An eine Trennung war dabei nicht zu denken.

Auch Tschermak (l. c. und diese Zeitschr. 1879, **3**, 123) hat die Erfahrung gemacht, dass grosse Blätter von glimmerartigen Mineralien im Allgemeinen sichtlich reiner seien, als solche in schuppigen Aggregaten, man sei niemals sicher, dass nur eine einzige Glimmerart vorhanden sei, in vielen Fällen habe man ein Gemisch vor sich und ein Aussuchen sei kaum, oder gar nicht möglich, weil die einzelnen Arten als Schüppchen nicht unterschieden werden könnten. Nichtsdestoweniger sind aber auch die grossen Blätter oft ein Versammlungsplatz regelmässig geordneter Mikrolithe anderer Mineralien, welche Asterismus erzeugen, wie schon G. Rose gezeigt hat, und Tschermak beschreibt auch ein schönes Beispiel davon, einen Phlogopit von Perth-Amboy, Canada, W. — Welches Associationsvermögen den glimmerartigen Mineralien kraft ihrer lamellären Structur eigenthümlich ist, zeigt schon die Zusammenstellung in Söchting's Werk über Einschlüsse von Mineralien. Man möchte die Glimmer vergleichen mit philosophischen Werken, welche Herbarien bergen, ohne eine Illustration dafür zu bedeuten.

Nicht allein das Vermögen, andere Mineralien regellos oder regelmässig geordnet in sich einzuschliessen und mit dem Mantel ihrer Lamellen zu

decken, erschwert die exacte Erkennung dessen, was man Glimmer nennen will, ebenso auch, vielleicht noch mehr, die Fähigkeit mit ähnlichen oder unähnlichen Mineralien regelmässig zu verwachsen. Der Begriff von Isomorphismus wird dabei scharf in Angriff genommen, weil das so viel heisst, dass die Molekularsysteme der verwachsenen Körper im Stande sind, sich gegenseitig zu assimiliren, und eventuell auch in jedem quantitativen Verhältnisse gemischt auftreten zu können.

Es sind manche Versuche gemacht worden, um den Isomorphismus von Biotit und Muscovit wahrscheinlich zu machen.

Gustav Rose (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. **1**, 356) macht schon darauf aufmerksam, dass Biotit und Muscovit, wenn sie gemeinschaftlich in Granit auftreten, sich sehr gewöhnlich in regelmässiger Verwachsung befinden, so, dass die äusseren Muscovitpartien ihre Spaltbarkeit in dem umrandeten Biotit fortsetzen. Auch A. v. Lasaulx (Jahrb. Min. 1878, 380, ref. in dieser Zeitschr. **5**, 273) beschreibt grosse Glimmerblätter aus grobkörnigem pegmatitischem Granit von Middletown, Connecticut, welche zur einen Hälfte aus Muscovit, zur andern aus schwarzbraunem Biotit bestehen und in Zwillingsstellung nach ∞P zusammengesetzt sind.

Aehnliches beschreibt auch R. Scharizer (diese Zeitschr. **12**, 11 ff.) von Zwillingsverwachsungen von Lepidomelan (Biotit) und Muscovit nach ∞P an Exemplaren aus einem Granitpegmatitgange von Schüttenhofen.

Will man nun aber ein solches gegenseitiges äusseres Orientirungsvermögen verschiedener Substanzen consequent für eine Wirkung des Isomorphismus halten, so stösst man bisweilen doch auf Erscheinungen, welche einer solchen Auffassung eine Grenze setzen. Es ist hier wohl noch Manches in undurchdringliches Dunkel gehüllt. So beschreibt z. B. G. vom Rath (Jahrb. Min. 1876, 389 ff.) eine hochinteressante Parallelverwachsung von Biotit und Augit aus vesuvischen Auswürflingen. In den Augitkrystallen sind parallel $\infty P\!\!\!/\infty$ theils im Innern der Substanz eingeschaltet, theils auf den Seitenflächen desselben auch unter sich parallele Biotitblättchen so massenhaft hervorragend, dass der Augitkrystall fast ganz vom Biotit maskirt wird. Schwer dürfte es sein, daraus eine Isomorphie des Augits mit Biotit herauszufolgern, aber dass eine gewisse Verwandtschaft beider Mineralien dadurch zum Ausdruck gebracht wird, ist wohl denkbar, aber wo dieselbe zu suchen ist, noch nicht definirbar.

Ueberblickt man die grosse Zahl von Glimmeranalysen, so erkennt man sofort die Muscovite im Vergleich mit Biotit an ihrem Reichthum an Thonerde und ihrer grossen Armuth an Magnesia. Man möchte meinen, die kleinen Quantitäten daran gehörten gar nicht zum Muscovit, sondern seien Beimengungen zuzuschreiben. Sind nun aber Muscovite und Biotite wirklich isomorph, dann muss es auch magnesiareiche und thonerdeärmere Mischungen von beiden geben. Solche kommen indessen doch nur andeutungsweise

vor, wie z. B. im braunen Muscovit von Freiberg, welchen Scheerer analysirt hat und 2 bis 3 % Magnesia darin fand und 29 bis 30 % Thonerde, bei grossem Winkel der optischen Axen (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. **14,** 23; auch Rammelsberg, Mineralchemie, 2. Aufl., S. 518, Nr. 6 und 7 d. Analysen).

Der Mangel an Mischung der verschiedenen Glimmerarten in Gesteinen, worin sie consequent räumlich geschieden, wiewohl gleichzeitig zusammen vorkommen, kann allerdings wohl seinen Grund darin haben, dass beide, Muscovit und Biotit, epigenetische Gebilde darin sind und zwar Derivate von verschiedenen räumlich getrennt gewesenen Grundsubstanzen. So sieht man Muscovit im Granit aus Feldspath (besonders Oligoklas) entstehen, auch aus Andalusit, Cordierit etc., während Biotit häufig als aus Turmalin, Hornblende etc. hervorgegangen erscheint. Auf solchem Wege wird freilich die isomorphe Mischung verhindert. Als eine Mischung könnte man etwa den Barytmuscovit, den sogen. Oellacherit, ansehen. Tschermak spricht ihn geradezu für einen barythaltigen Muscovit an, auch auf Grund der optischen Eigenschaften.

Ich habe wohl eine zeitlang gezweifelt, ob der Oellacherit sich nicht etwa als Gemenge verschiedener Glimmer erweisen lasse. Herr Professor A. Pichler in Innsbruck hatte die Gefälligkeit, mir eine Probe des Originalstückes zukommen zu lassen. Die Originaletiquette von Oellacher's eigener Hand lautete: »Oellacherit (Barytglimmer). Mit dunkelgrünem Magnesiaglimmer aus der Pfitsch in Tirol.« Der schöne und rein weisse Körper wurde sorgfältig von dem braunen Magnesiaglimmer getrennt durch mechanisches Auslesen des durch Zerdrücken zerkleinerten schuppigen Aggregates. Vollständig war das nun auch nicht möglich, aber doch so, wenigstens dem Augenscheine nach, dass die Quantität beigemengten Biotites keinen beherrschenden Einfluss auf das Resultat der Analyse haben konnte.

Die durch Analyse erhaltenen Zahlen stimmten so genau mit denen von Oellacher und Rammelsberg erhaltenen, dass die meinigen nur eine Bestätigung der letzteren sein konnten. Ich führe deshalb jene nicht nochmals auf. Der Oellacherit führt bei einem Thonerdegehalt von 30 bis 32 %*) einen Gehalt an Magnesia von 4—5 %, während der der Alkalien etwa 9 und Baryt (mit kleinen Mengen Strontian) 5—6 % beträgt.

Ich kann nun an der Richtigkeit der Analysen des Oellacherits nicht mehr zweifeln. Sie widersprechen vorläufig nicht der Annahme, dass eine isomorphe Mischung von Kaliglimmer mit Baryt- und Magnesiaglimmer möglich sei. Andererseits hat diese Annahme dadurch etwas Befremden-

---

*) In dem Barytglimmer von Habachthal giebt Bergmann 26,05 % Thonerde an neben 49 % Kieselsäure, während der von Pfitsch nur bis 43 % der letzteren enthält (Jahrb. Min. 1875, 625).

des, dass in normalen Biotiten der Alkaligehalt von gegen 9 % neben dem der Magnesia und dem Eisenoxydul in der That von grosser Constanz ist und kaum grössere Schwankungen bemerken lässt.

Wenn es so auch etwas schwer fällt, sich bei den Glimmerarten zu überzeugen, ob man es mit mechanischen Gemengen oder isomorphen Mischungen zu thun hat, so trifft das bei den Biotiten in Bezug auf manche Bestandtheile in noch höherem Grade zu. Besonders ist es der Gehalt an Eisenoxyd, welcher grossen Schwankungen in den Analysen ausgesetzt ist.

Man darf wohl die Frage aufwerfen, ob der Eisenoxydgehalt im Biotit wesentlich sei, oder nicht? — denn er beträgt in normalen Biotiten nicht viel, bis etwa 4 oder 5 %. Dagegen steigt er in solchen von sogenannter abnormer Zusammensetzung bis ins Unglaubliche. Ich würde noch zweifeln an der Wesentlichkeit des Eisenoxydes in den Biotiten, wenn ich nicht einen ganz homogenen analysirt hätte, welcher neben einem Gehalt von 2,63 Fe_2O_3 keine Spur von Eisenoxydul verrieth (s. Analyse Nr. VI). Der Aufschluss desselben mit SO_3 und HFl unter einem Strome von Kohlensäure entfärbte unter allen üblichen Vorsichtsmassregeln die Lösung von übermangsaurem Kali nicht. Daraus geht hervor, dass ein Theil des Eisenoxydes der Biotite im Allgemeinen wesentlich sein kann, vielleicht ein anderer Theil nicht. Schwer ist es, das in vorliegenden Fällen praktisch auseinander zu halten; oft wohl unmöglich. In allen Fällen war in den Biotiten des Renchthales, auch in anderen, bei mikroskopischer Untersuchung des gereinigten Materials noch Eisenoxyd in Form blutrother hexagonaler Blättchen als Einmengung zu constatiren. Wie viel davon? das lässt sich nicht wohl schätzen. Jedenfalls aber giebt es zu Ungenauigkeiten in der Eisenoxydbestimmung Veranlassung.

Ist eine grosse Menge Titaneisen dem Biotit beigemengt, so muss in der Analyse auch der Eisenoxydulgehalt steigen, weil dasselbe sich wie titansaures Eisenoxydul [$FeO, TiO_2 = (Fe, TiO_3)$] verhält.

In seiner Untersuchung der erzgebirgischen Gneisse (Zeitschr. d. deutsch. geolog. Gesellsch. **14**, 23) beschreibt Th. Scheerer Biotite, welche alle einen hohen Titansäuregehalt aufweisen (2 bis 3,64 %) und daneben einen hohen Gehalt an Eisenoxydul (bis über 15 %) und Eisenoxyd (bis über 16 %), während der Magnesiagehalt ziemlich constant (etwas über 9 %) ist.

Von grossem Interesse scheinen auch die sogenannten »Houghtonite« zu sein (vergl. diese Zeitschr. 1881, **5**, 621), welche Heddle analysirt hat. Diese Körper sind reicher an Eisenoxydul und ärmer an Magnesia, als Lepidomelan; auch schwerer und härter als dieser, stark glänzend, bronzefarben, rothbraun bis pechschwarz und bilden grossblättrige Massen oder sechsseitige Tafeln, meist »kaum bemerkbar« optisch zweiaxig. —

Diese Beschreibung erinnert lebhaft an die Biotite vom Seebächle im Renchthale. Es ist jedoch ein Vergleich nicht weiter durchzuführen, weil in jenen Houghtoniten auf Titansäure*) keine Rücksicht genommen worden ist. Auch keine mikroskopische Untersuchung auf Reinheit liegt vor, welche Vermuthungen über Einschlüsse gestattete. Bei ähnlichem Kieselsäuregehalte schwanken die Gehalte an Thonerde nicht sehr weit von dem mittleren des normalen Biotits, während das Eisenoxyd bis 7,6 % steigt und das Oxydul zwischen 14 und 18 % schwankt. Der Alkaligehalt steigt im Vergleich mit normalem Biotit ziemlich hoch, nämlich von 6 bis über 9 % bei geringem Gehalt an Natron.

Vor dem Löthrohr schmilzt auch der Houghtonit schwierig zu einer magnetischen Perle von schwarzer Farbe, während Biotit und Lepidomelan hellere Producte liefern.

Aus dieser Beschreibung geht wohl hervor, dass eine Vermuthung, die Houghtonite könnten etwa mit Eisenglanz oder Titaneisen gemengte Biotite sein, so lange aufrecht erhalten werden darf, als bis das Gegentheil durch sorgfältige Untersuchungen bewiesen worden ist. So weist die Litteratur auch noch einige andere Analysen von Biotiten auf, bei denen ähnliche Vermuthungen nicht ausgeschlossen sind.

Was die Alkalien im Biotit anbetrifft, so zeigen sich dieselben bei den normalen von ziemlicher Constanz.

Im Allgemeinen dominirt unter ihnen das Kali, während Natrium bis auf wenige Fälle ziemlich verschwindend ist.

In anderen Glimmerarten, z. B. im Lithionglimmer von Zinnwald, hat schon Schrötter**) Rubidium und Caesium entdeckt, diesen Glimmer sogar als Erz für diese Alkalien bezeichnet. Ob der Biotit bereits auf diese Körper geprüft worden, habe ich mit Sicherheit nicht finden können. Jedenfalls habe ich es nicht für unnütz gehalten, eine Probe darauf zu machen.

Ich wählte dazu den oben beschriebenen Biotit von der Klausen-Alp im Schwarzensteingrund (Zemmgrund), weil ich davon noch hinreichendes Material hatte.

Aus etwa 3—4 Gramm dieses Biotites wurden die Alkalimetalle in Form von Chlormetallen hergestellt. Ein aliquoter Theil derselben wurde alsdann vollständig als Chlorplatinverbindung gefällt. Dieses ausgewaschen, ge-

*) Besonders interessant wäre der Nachweis davon bei Nr. 8, dem Vorkommen am Clach-an-Eoin, zwischen den Mündungen des Navir und des Borgie in Sutherland, gewesen; es wird angegeben als in Gesellschaft von Granat, Rutil, Ilmenit und Chlorit im Gneiss.

) Wien. Akad.-Ber. (2) **44, 226. Ausz. im Jahrb. Min. 1862, 599.

trocknet und bei gelinder Hitze im Wasserstoffstrom erhitzt und reducirt, wurde mit Wasser ausgelaugt, um durch Eindampfen und Schmelzen des Rückstandes diejenigen Chlormetalle zu gewinnen, welche mit Chlorplatin schwerlösliche Verbindungen bilden. Durch Fällen einer gewogenen Quantität davon mittelst Silbernitrates erhält man ein Aequivalent Chlorsilber, aus welchem man das Verbindungsgewicht derjenigen Menge des Alkalimetalles berechnen kann, welches mit dem an Silber gebundenen Chlor haftete.

Auf Chlor = 35,5 bezogen erhielt ich bei dem ersten Versuche für das Chlormetall das Verbindungsgewicht = 46,9 (statt 39 für Kalium).

Es lag somit die Vermuthung nahe, dass bei Kalium sich noch ein Körper von hohem Atomgewicht befände. Um das zu beweisen, führte ich einen zweiten Versuch folgendermassen aus. Die in Lösung befindlichen Chlormetalle wurden mit Chlorplatin nur partiell gefällt durch Zusatz von verhältnissmässig wenig Chlorplatin. Die verdünnte Lösung wurde durch Kochen eingedampft, wobei sich das Chlorplatindoppelsalz wieder löst; beim Erkalten sollte sich nur der am schwersten lösliche Niederschlag zuerst ausscheiden, welcher alsdann nach wiederholter Bestimmung des Verbindungsgewichts ein höheres, als das bereits gefundene mittlere zeigen müsste, der übrige in Lösung befindliche aber ein entsprechend niedrigeres.

Die wie oben angedeutet ausgeführten Versuche bestätigten diese Voraussetzung vollkommen, denn bei der zweiten Probe wurde das Verbindungsgewicht (35,5 Chlor) = 52,3, bei der dritten = 41,6 gefunden.

Demnach sind doch wohl mit dem Alkaligehalte dieses Biotites Körper von höherem Atomgewicht als Kalium gemischt. Das könnte schwerlich etwas anderes als Rubidium oder Caesium, oder beides sein.

Aus den Atomgewichten von Rubidium (Rb = 85,4) und Caesium (Cs = 133) und aus dem gefundenen mittleren Verbindungsgewichte der mit Chlorplatin fällbaren Alkalimetalle (= 46,9) liesse sich berechnen, wie gross der Kaligehalt ist, welcher mit der Gewichtseinheit von Rubidium oder Caesium gemischt ist. Das Resultat bleibt aber immer zweifelhaft, so lange man beide Körper nicht sicher vom Kalium und von einander scheiden kann. Nichtsdestoweniger aber ist es wohl von Interesse zu bestimmen, wie gross die Wirkung sein kann, wenn man bei der Berechnung der Analysen und der Constituirung der Formel des Biotites diese beiden Körper vernachlässigt und als Kalium einführt. Führt man die Rechnung vermittelst der Mischungsformel aus, so ergiebt sich bei Voraussetzung von Rubidium:

auf 1 Rb 4,8 K, bei Voraussetzung von Caesium,

auf 1 Cs 11,0 K oder $\frac{1}{6}$ des Kaliumgehaltes würde Rubidium sein, $\frac{1}{12}$ Caesium, annähernd abgerundet.

Es ist aus vorliegenden Versuchen wohl nicht unwahrscheinlich, dass

Rubidium und Caesium an der Constitution der Biotite Theil nehmen. Da indessen der Kaligehalt bei den normalen Biotiten annähernd zwischen 6 und 7 % schwankt, so würde die Vernachlässigung der Bestimmung der genannten Körper einen Fehler von ½ bis 1 % ausmachen, welche als Aequivalente von Kalium in Rechnung kommen. Freilich nur unter dem Vorbehalt, dass bei anderen Biotiten die Verhältnisse dieselben wären, als bei dem von der Klausen-Alp. Das ist nun jedenfalls nicht wahrscheinlich. Von Interesse müsste es aber sein, wenn solche Biotite von hohem Kaligehalte, wie z. B. die Houghtonite, von denen Heddle 12 Proben, meistens mit einem Kaligehalte von 8 bis über 9 % analysirt hat, auf einen Gehalt an jenen Körpern geprüft werden würden. Ich selbst habe keine Gelegenheit gefunden die Houghtonite zu sehen, noch durch Mineralienhandlungen zu erhalten.

Auch das Baryum ist in manchen Glimmerarten ein wesentlicher Bestandtheil. Abgesehen vom Oellacherit mit etwas über 5 % Baryterde fand auch Berwerth (Tscherm. Glimmergruppe, vergl. diese Zeitschr. 1878, **2**, 36 und 1879, **3**, 144, Analyse XVI) im Phlogopit von Edwards, New York, einen Barytgehalt von 2,54 %.

Ich bin nun in der Lage, noch einen Biotit-artigen Glimmer hinzuzufügen, welcher wohl den höchsten bisher gefundenen Barytgehalt in Glimmern, nämlich 7,3 %, führt.

Im körnigen, Koppit-reichen Kalkstein von Schelingen im Kaiserstuhlgebirge sind manche Regionen von silberweissen Glimmerschüppchen durchschwärmt. Durch Auflösen des Kalksteins in Salzsäure und weiterer Behandlung des Rückstandes mit concentrirter Säure, endlich vermittelst einer Lösung von Jodquecksilberkalium kann man diesen Glimmer sehr rein darstellen. Derselbe hat folgende Eigenschaften.

Er wird durch concentrirte Salzsäure nicht zersetzt, ist ebenso widerstandsfähig wie Muscovit, dem er äusserlich sehr ähnlich ist. Sein spec. Gew. ist = 2,97. Die Blättchen sind grösstentheils sehr regelmässig sechsseitige Tafeln. Oefters aber auch bis 2 mm lang und bis 1½ mm dick; sind auf der basischen Endfläche lebhaft perlmutter- bis silberglänzend, auf den etwas gestreiften Seitenflächen von Glasglanz. An den Krystallen beobachtet man einen lebhaften Dichroismus. In der Richtung der Hauptaxe grün, in der der Nebenaxen rothbraun, ähnlich wie bei dem Pennin. Zwischen $0P$ und den Prismenflächen findet man öfters noch eine steile Pyramide angesetzt, doch nicht von dem Grade der Ausbildung und Regelmässigkeit, dass die Krystalle weitere Aufschlüsse über das wahre System zu geben geeignet wären. Dünnere Tafeln sind sehr durchsichtig und durchaus homogen. Ich konnte keine Interpositionen darin erkennen.

Zwischen gekreuzten Nicols erhellten sie das Gesichtsfeld in der Richtung der Hauptaxe nicht. Im convergenten Lichte zeigten sie kreisförmige

Ringsysteme mit schwarzem Kreuz, welches sich bei Drehung des Objectes nur wenig deformirte.

Ich wage es nicht auf Grund dieser Erscheinungen mich für optische Ein- oder Zweiaxigkeit zu entscheiden.

Alle sechs analysirten Proben von Biotiten zeigen genau dasselbe optische Verhalten.

Im Folgenden stelle ich die Analysen der theilweise bereits oben beschriebenen Biotite zusammen, nachdem die Proben mit verschiedenen Methoden dem Reinigungsverfahren unterworfen worden waren.

Nr. I. Biotit von Böstenbach bei Petersthal.

Nr. II. Biotit von Freiersbach, schwarz, gelbbraun durchsichtig in dünnen Lamellen. Aus grobkörnigen Granitapophysen, welche aus Quarz, weissem, stellenweise fleischrothem Orthoklas und aus langgestreckten, bis 4 cm langen und etwa 1 cm breiten sechsseitigen Blättern des betr. Biotites bestehen. Diese Blätter erreichen eine Dicke von mehreren mm. Das Auftreten dieses Granites ist beschrieben von Sandberger (Beitr. zur Stat. d. inneren Verw. d. Grossh. Baden, Section Oppenau, Hft. XVI). Unter dem Mikroskop konnten stellenweise bluthrothe Interpositionen von Eisenglanz, ausserdem wenig von doppeltbrechenden Körpern bemerkt werden, welche sich wie Feldspath und Quarz verhielten. Das analysirte Material war durch Schlämmen mit Wasser gereinigt. Absolut rein war es nicht zu erhalten.

Nr. III. Ist ein Biotit aus der Sammlung unserer Hochschule. Als Fundort wird Easton, Pennsylvanien, angegeben. Von frischem, schwarzem Aussehen und eine etwa handgrosse sehr homogene Platte bildend. In dünnen Lamellen schmutzig gelbbraun durchsichtig. Unter dem Mikroskope zeigt er sich im Allgemeinen auch ziemlich homogen, doch vermisst man auch bei ihm nicht die blutrothen Eisenglanzblättchen, sowie bei gekreuzten Nicols hie und da Einlagerungen von doppeltbrechenden Substanzen, wenn auch nur wenig davon zu bemerken ist.

Nr. IV. Biotit in bis Zoll grossen hexagonalen dicken Tafeln, welche als Einschlüsse in einem porphyrartigen Basalte des Hochberges (vulgo Horberig) in der Nähe von Oberbergen im Kaiserstuhl vorkommen. Es ist ein etwa metermächtiger Gang eines Hauyn- und Nephelinhaltigen Basaltes, der reich an anderen fremdartigen Mineraleinschlüssen ist. Es stammen aus ihm die aus Sammlungen bekannten Einschlüsse von Titaneisen, zollgrosse Augitkrystalle, zolllange Apatitprismen und Hornblende. Der Biotit ist glänzend, schwarzbraun und scheinbar recht homogen. Rothe Eisenoxydlamellen waren nicht darin zu entdecken, wohl aber Einschlüsse von dop-

peltbrechenden Körpern mit schiefer Auslöschung, etwa wie Hornblende und Augit. Auch vereinzelt Körner von Magnetit. Indessen Alles das nur sehr vereinzelt und nicht trennbar.

Nr. V. Biotit von der Klausenalpe im Schwarzenstein-(Zemm-)Grunde, welcher bereits oben beschrieben wurde.

Nr. VI. Barytbiotit aus dem Koppitkalkstein von Schelingen im Kaiserstuhl.

	I.	II.	III.	IV.	V.	IV*).
SiO_2	37,60	32,83	34,82	36,42	37,90	35,83
TiO_2	1,67	3,30	2,00	3,99	0,21	0,00
Al_2O_3	19,68	18,40	16,91	17,92	18,83	18,82
Cr_2O_3	0,18	—	—	—	—	—
Fe_2O_3	2,29	1,46	4,19	2,83	4,22	2,63
FeO	15,04	19,90	15,96	7,04	15,86	0,00
MnO	Spur	Spur	—	—	0,70	Spur
MgO	13,24	11,56	13,98	20,52	13,50	28,34
BaO	—	—	—	—	—	6,84
SrO	—	—	—	—	—	0,47
K_2O	6,18	7,53	7,48	6,54	6,96	6,27
Na_2O	0,71	2,09	2,49	2,60	0,59	1,01
H_2O	3,42	3,05	1,79	2,50	1,23	0,00
	100,00**)	100,12	99,62	100,36	100,00**)	100,21

Diese Analysen lassen eine grosse Constanz des Gehaltes an Thonerde und Alkalien erkennen, während Eisenoxydul und Magnesia in der Weise schwankend sind, dass sich ihre Summen annähernd gleich bleiben. Sie können sich gegenseitig isomorph vertreten.

Die Sauerstoffmengen und die der ihnen zugehörigen Metalle lassen sich daraus wie folgt berechnen. In:

	I.			II.		III.	
	m		o	m	o	m	o
Si	17,56	O_2	20,04	15,33	17,50	16,26	18,56
Ti	1,02	O_2	0,65	2,02	1,28	1,22	0,78
Al_2	10,51	O_3	9,17	9,83	8,57	9,03	7,88
Cr_2	0,12	O_3	0,06	—	—	—	—
Fe_2	1,60	O_3	0,69	1,02	0,44	2,93	1,26

*) Einer meiner Praktikanten, Herr Stud. chem. Karl Pasquay aus Wasselnheim im Elsass, bestimmte in demselben Glimmer 7,37 % $BaO + SrO$ (gegen 7,31 vorliegender Analyse). Auch das spec. Gew. fand Derselbe mit dem von mir gefundenen genau übereinstimmend.

**) Nach Abzug von Quarz und Feldspath, etwa 2 %, auf 100 berechnet.

	I.			II.		III.	
	m		*o*	*m*	*o*	*m*	*o*
Fe	11,70	*O*	3,34	15,48	4,42	12,42	3,54
Mn	—		—	—	—	—	—
Mg	7,94	*O*	5,30	6,94	4,62	8,39	5,59
Ba	—		—	—	—	—	—
Sr	—		—	—	—	—	—
K_2	5,13	*O*	1,05	6,25	1,28	6,21	1,27
Na_2	0,53	*O*	0,18	1,55	0,54	1,85	0,64
H_2	0,376	*O*	3,044	0,33	2,72	0,20	1,59

	IV.			V.		VI.	
	m		*o*	*m*	*o*	*m*	*o*
Si	17,01	O_2	19,41	17,700	20,200	16,73	19,10
Ti	2,44	O_2	1,55	0,129	0,081	—	—
Al_2	9,57	O_3	8,35	10,055	8,775	10,05	8,77
Cr_2	—	O_3	—	—	—	—	—
Fe_2	1,98	O_3	0,85	2,954	1,266	1,84	0,79
Fe	5,48	*O*	1,56	12,339	3,521	—	—
Mn	—	*O*	—	0,545	0,155	—	—
Mg	12,31	*O*	8,21	8,100	5,400	17,00	11,34
Ba	—	*O*	—	—	—	6,12	0,72
Sr	—	*O*	—	—	—	0,40	0,07
K_2	5,43	*O*	1,11	5,777	1,183	5,21	1,07
Na_2	1,93	*O*	0,67	0,439	0,151	0,75	0,26
H_2	0,27	*O*	2,23	0,135	1,095	—	—

Es berechnen sich ferner die Quotienten der Atomgewichte in die gefundenen Mengen der Metalle $\frac{M}{At} = q$; für

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Si	0,616	0,538	0,571	0,600	0,621	0,587
Ti	0,021	0,042	0,025	0,051	0,003	—
Al_2	0,192	0,180	0,165	0,175	0,184	0,184
Cr_2	0,001	—	—	—	—	—
Fe_2	0,014	0,009	0,026	0,018	0,026	0,017
Fe	0,209	0,276	0,222	0,098	0,220	—
Mn	—	—	—	—	0,010	—

	I.	II.	III.	IV.	V.	VI.
Mg	0,331	0,290	0,350	0,513	0,338	0,708
Ba	—	—	—	—	—	0,045
Sr	—	—	—	—	—	0,004
K	0,065	0,080	0,080	0,070	0,074	0,067
Na	0,012	0,034	0,040	0,042	0,010	0,016
H_2	0,188	0,165	0,100	0,145	0,065	0.000

Demgemäss verhält sich:

	$Si + Ti$:	Al_2, Fe_2, Cr_2 :	R
in I wie	0,637 :	0,207	: 0,805
II -	0,580 :	0,189	: 0,865
III -	0,556 :	0,191	: 0,792
IV -	0,651 :	0,193	: 0,858
V -	0,624 :	0,210	: 0,717
VI -	0,587 :	0,201	: 0,840

Oder setzt man $(Fe_2 + Al_2 + Cr_2) = 1$

		$Si + Ti$:	$Fe_2 + Al_2 + Cr_2$:	R
	in I	3,08 :	1	: 3,9
Mittel fast genau	II	3,06 :	1	: 4,6
3 : 1 : 4.	III	2,91 :	1	: 4,1
Gemeinschaftl. grösster	IV	3,4 :	1	: 4,4
Factor = 6.	V	3,0 :	1	: 3,4
	VI	2,92 :	1	: 4,2

Die Sauerstoffverhältnisse gestalten sich in folgender Weise für:

	RO_2 :	R_2O_3 :	RO
in I wie	20,69 :	9,92	: 12,91
II -	18,78 :	9,01	: 13,58
III -	19,34 :	9,14	: 12,63
IV -	20,69 :	9,20	: 13,77
V -	20,28 :	10,04	: 12,51
VI -	19,10 :	9,56	: 13,25

Oder für $R_2O_3 = 1$

	in I	2,1 :	1	: 1,3
	II	2,07 :	1	: 1,5
Mittel fast genau	III	2,10 :	1	: 1,3
2,1 : 1 : 1,4.	IV	2,3 :	1	: 1,5
	V	2,2 :	1	: 1,2
	VI	2,0 :	1	: 1,4

Ueberblickt man die Resultate der sechs vorstehenden Analysen, so erkennt man leicht, dass sie sich dem Atomverhältniss der Elemente, die dem

$$Si_1 \quad \overset{VI}{R}_2 \quad \overset{II}{R} \quad \text{entsprechen}$$
$$= 3 : 1 : 4, \quad \text{oder dem Sauerstoffverhältniss von}$$
$$SiO_2 : R_2O_3 : RO$$
$$= 2 : 1 : 1,5$$
$$= 6 : 3 : 4$$

als dem nächst einfachen, ziemlich gut nähern.

Diese Verhältnisse führen direct zu der Formel

$$\overset{II}{R}_4 \overset{VI}{R}_2 Si_3 O_{13}.$$

Es dürfte wohl noch zu früh sein, sich ein endgültiges Urtheil über die Constitution der Biotite zu bilden.

Will man aber aus Gründen der Entwickelungsgeschichte den Amphiboltypus in ihnen retten, dann kann man obige Formel auch schreiben:

$$R_3 Si_3 O_9 + R Al_2 O_4.$$

Der Biotit würde nach dieser Auffassung als eine Molekelverbindung von Amphiboloidsubstanz mit Spinell betrachtet werden können.

Karlsruhe, 26. Novbr. 1886.

XVI. Ueber Pseudobiotit.

Von

A. Knop in Karlsruhe.

In dem körnigen Kalkstein der Schelinger Matten im Kaiserstuhl kommt mehr oder minder häufig ein glimmerartiges Mineral eingestreut vor, welches ohne Weiteres für Biotit gehalten werden muss. An manchen Orten, besonders an solchen, welche Phonolithgängen im Kalkstein benachbart sind, erscheint es häufiger als in den davon entfernteren Regionen. Besonders massenhaft aber ist es zusammengedrängt in einer Bank, welche als einziger Fundort für Dysanalyt bekannt ist und im Kalsteinbruch des Badberges, zwischen Oberbergen und Vogtsburg, im sogenannten Badloch ansteht. Hier ist der Biotit derart zusammengedrängt, dass der grobkörnige Kalkstein dadurch eine sehr lockere, zerbröckelnde Structur gewinnt.

Löst man den Kalkstein in verdünnter Salzsäure auf, so hinterbleibt der Biotit mit anderen Mineralien (Dysanalyt, Magnetit), von denen er leicht mechanisch zu trennen ist. Der Biotit kann leicht in grösseren, bis 1 cm Durchmesser haltenden sechsseitigen Tafeln von bis 2 mm Dicke ausge-

sucht, oder abgesiebt werden. Im Vergleich mit anderen Biotiten zeichnet sich dieser durch seine grosse Weichheit und durch eine messinggelbe bis hellbräunlichgelbe Farbe aus.

Unter dem Mikroskope erscheinen dünne Spaltungslamellen nicht homogen. Im Allgemeinen zwar ziemlich farblos, wo sie dicker werden, bräunlich, aber in der Masse sieht man vielfache wolkenartige Imprägnationen von Eisenoxydhydrat, oder auch Sprünge, von denen aus solche Imprägnationen weiter ins Innere der Masse vordringen. Unter gekreuztem Nicol wird von ganz ebenen Blättchen das Gesichtsfeld nicht aufgehellt, nur wo das weich gewordene Mineral Falten schlägt, sieht man hellere Streifen entstehen.

Im convergenten polarisirten Lichte erscheint zwar noch das Bild angenäherter optischer Einaxigkeit, indessen stark getrübt und unscharf.

Beim Glühen verhält sich das Mineral abweichend vom normalen Biotit. Blätter von etwa 2 mm Dicke schwellen dabei an und wachsen »ziehharmonikaförmig« aus bis etwa 12 oder 15 mm in der Richtung der Hauptaxe. Dabei werden sie spröd und silberweiss.

Die von mir (I) und einem früheren Assistenten, dem jetzigen Rentner Herrn Gust. Wagner zu Achern, (II) ausgeführten Analysen von verschiedenen Proben ergaben folgende Resultate. Das Mittel aus beiden Analysen ist Nr. III.

Dabei ist noch zu bemerken, dass bei der Wasserbestimmung durch Erhitzen bei Rothgluth 7,30 % Wasser entwichen, bei Weissgluth noch 3,64 %.

Beim Aufschliessen mit concentrirter Salzsäure verhält sich das Mineral ähnlich dem Biotit, nur wird es leichter zersetzt, mit Hinterlassung perlmutterglänzender, weisser Kieselsäureblätter.

Eisenoxydul war nicht mehr darin, es ist alles in Oxyd übergegangen. Die Lösung entfärbte nicht Einen Tropfen der Chamäleonlösung.

	I.	II.	III.
SiO_2	35,80	36,12	35,91
TiO_2	1,56	0,73	1,15
Al_2O_3	14,57	15,78	15,18
Fe_2O_3	11,22	10,48	10,85
Mn_2O_3 ?	—	0,89	0,89
MgO	24,12	21,48	22,80
K_2O	2,90	2,90	2,90
Na_2O	Spur	Spur	—
H_2O	10,04	11,50	10,77
	100,21	99,88	100,45

Aus dem Mittel Nr. III berechnet sich der Gehalt an Metall und Sauerstoff, wie folgt:

				Quotient $\frac{Me}{Atg}$	
Si	16,79	*O*	19,17	0,590	0,604
Ti	0,70		0,44	0,014	
Al_2	8,10		7,07	0,146	0,146
Fe_2	7,59		3,26	0,068	0,080
Mn_2	0,69		0,20	0,012	
Mg	13,68		9,12	0,570	0,601
K_2	2,41		0,49	0,031	
H_2	1,18		9,59	0,590 oder	0,4 bei Rothgl. 0,2 - Weissgl.

Man könnte nun aus diesen Zahlen wohl eine Formel berechnen, unter der Voraussetzung, dass alles Eisenoxydul des Biotites in Oxydhydrat übergeführt und aus dem atomistischen Verbande der Molekel ausgetreten sei. Es würden sich die Zahlen dem Verhältniss $R_4 Al_2 Si_4 O_{15} + 2H_2O$ nähern.

Indessen ist das doch bedenklich, weil man nicht ermessen kann, welche Rolle das Wasser spielt, welches bei verschiedenen Temperaturen ausgetrieben wird. Denn das ausgetretene Eisen enthält Wasser, das rückständige Silicat wahrscheinlich ebenfalls und ausserdem scheint ein Theil, der am schwersten auszutreibende nämlich, als basisches Wasser vorhanden zu sein. Wahrscheinlicher ist es, dass der umgewandelte Biotit, den man als Pseudobiotit bezeichnen kann, nunmehr ein nicht definirbares Gemenge von Zersetzungsproducten des Biotites ist.

In Bezug auf vermuthliche Entstehungsweise des Pseudobiotites ist ein Experiment von Interesse, welches J. Hoppe-Seyler (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch., 1875, 515) mit Biotiten verschiedener Fundorte ausführte. Er erhitzte zwei verschiedene Vorkommnisse des Biotites, das eine von Brevig, das andere von Arendal, mit Kohlensäure und Wasserdampf in geschlossenen Röhren auf 180° bis 200° und fand, dass diese beiden Mineralien eine Gewichtszunahme durch aufgenommenes Wasser erfahren hatten, trotzdem etwas Alkali aus ihnen ausgetreten war.

Etwas ganz Aehnliches scheint auch bei der Bildung des Pseudobiotites vor sich gegangen zu sein, bei welchem der Alkaligehalt des Biotites bis etwa zur Hälfte verschwunden ist und dafür viel Wasser eintrat. Es ist auch nicht unwahrscheinlich, dass die Biotite der Schelinger Matten ähnlichen Bedingungen, nämlich Gegenwart von Kohlensäure und Wasser bei höherem Drucke, ausgesetzt gewesen sind.

XVII. Ueber krystallisirte Niobsäure.

Von

A. Knop.

Bei früheren Versuchen, Niobsäure aus Borax-Schmelze krystallisirt darzustellen, erhielt ich nur dürftige Resultate. Ich konnte damals mit verhältnissmässig nur sehr geringen Quantitäten dieses Körpers arbeiten.

Ich fand Anregung, grössere Quantitäten von Niobsäure aus Koppit zu gewinnen, durch Herrn Dr. Schott zu Jena, welcher in dem hier errichteten glastechnischen Laboratorium Versuche über optische Wirkungen des Niobs in amorphen Glasflüssen ausführte, welche indessen nicht zu einem bemerkenswerthen Resultate für die optische Praxis führten. Glasflüsse mit 10 % Niobsäure zeigten Brechung und Dispersion, welche auch durch andere Körper in noch höherem Grade erzeugt werden können.

Es stand mir nun aber so viel Niobsäure (etwa 30 g) zur Disposition, dass ich die früher begonnenen Versuche der Darstellung von Krystallen in grösserem Maassstabe zur Ausführung bringen konnte.

Die Verglasung des Borax (borsauren Natrons) bewirkte ich in einer weiten Platinschale wegen des cumulusartigen Aufblähens des Wasser verlierenden Körpers in der Hitze. Nach Schmelzung desselben zum Glase zerspringt dieser leicht bei rascher Abkühlung und ist dann leicht vom Platin abzulösen. Das so gewonnene Boraxglas wurde in einem hinreichend geräumigen Platintiegel, welcher etwa 23 ccm fasste, umgeschmolzen und dann mit Niobsäure in einem Hempel'schen Ofen übersättigt, um darauf nach langsamer Abkühlung den Ueberschuss der gelösten Säure zur krystallinischen Abscheidung gelangen zu lassen.

In manchen Fällen nahm ich statt eines Hempel'schen Glühofens den grösseren Schmelzgasofen von Perrot, in welchem der Platintiegel in einen mit Magnesia usta ausgefütterten hessischen Tiegel gestellt worden war.

Auf beiderlei Weise erhielt ich ziemlich gleich gute Resultate. —

Die während der Erkaltung der Schmelze sich ausscheidenden Krystalle sinken langsam zu Boden und sammeln sich hier zu einem Aggregat einer steingutähnlichen Masse, welche von klarem Boraxglas überdeckt wird. Die erkaltete Masse wurde im Tiegel theilweise zerschlagen, um klares, mit Niobsäure jedenfalls gesättigtes Glas zu gewinnen, für den Zweck, zu ermitteln, wie gross das Löslichkeitsvermögen des Boraxglases für Niobsäure ist. In einem solchem Versuche wurde gefunden, dass annähernd 10 % (genau 9,42 %) Niobsäure im klaren Glase enthalten waren, die

sich bei der Auflösung der Schmelze in heissem Wasser im amorphen Zustande in flockiger Gestalt und von schneeweisser Farbe wieder abschied.

Löst man den übrigen Theil, welcher durch Krystalle opak erscheint, ebenfalls in heissem Wasser, so erhält man einen krystallinischen lockeren Sand von Niobsäure-Krystallen, gemengt mit flockiger amorpher Niobsäure. Beide sind leicht von einander zu scheiden, indem man in einer geräumigen Platinschale den abfiltrirten und etwas ausgewaschenen Bodensatz mit verdünnter Fluorwasserstoffsäure übergiesst. Schon in der Kälte löst sich darin die amorphe Niobsäure rasch und klar, während die krystallisirte nur in der Wärme sehr schwer angegriffen und gelöst wird.

Den krystallinischen Satz kann man abfiltriren, trocknen und glühen, wobei er prachtvoll tieforangegelb wird. Die grösseren Krystalle lassen sich dann durch Absieben von den kleineren sortiren.

In ähnlicher Weise wurden Versuche auch mit einer Schmelze von Borsäure angestellt. Im Allgemeinen erkennt man leicht, dass diese, die Borsäure-Schmelze, ein viel geringeres Löslichkeitsvermögen für Niobsäure besitzt, wenn auch keine quantitative Bestimmung derselben vorgenommen wurde. Die Lösung dieser Schmelze geschah in heissem Wasser, welchem Ammoniak zugesetzt worden war, um leicht lösliches borsaures Ammoniak zu erzeugen. Von amorpher Borsäure war bei dieser Lösung nur wenig suspendirt.

Die grössten Krystalle, welche aus Borax-Schmelze erhalten wurden, sind von würfeliger Gestalt und maassen nahezu 1 cmm. Uebrigens ist das krystallinische Product von sehr verschiedenem Aussehen. Frisch dargestellt war es von hellgrauer Farbe, die sich beim Glühen verlor. So sind die Krystalle schwach hellgelb und durchsichtig. Die Gestaltungsverhältnisse lassen vermuthen, dass die Niobsäurekrystalle dem regulären System angehören.

Das unvollkommenste Product, welches ich überhaupt zum ersten Male erhielt, bestand wesentlich aus Wachsthumsformen. Die besten davon stellten das vierzählige Kreuz der trigonalen Zwischenaxen, also diejenigen, welche die Gegenecken des Würfels verbinden, vor, und waren diagonal aus kleinen parallelen Würfeln, sowohl parallel unter sich, als auch im Sinne eines Individuums orientirt. Genau so, wie ich es in »Molekularconstitution und Wachsthum der Krystalle«*), S. 54, abgebildet habe.

Bei neueren Darstellungen finden sich auch sehr häufig deutliche und ziemlich grosse Wachsthumsformen, welche den Balkensystemen erster und zweiter Ordnung entsprechen. Unter dem Mikroskope wurde der Winkel gemessen, welchen beide Systeme mit einander bilden. Es wurden dazu nur die kräftigsten und regelmässigsten Exemplare ausgewählt, welche einen

*) Verlag von H. Haessel, Leipzig 1867.

spitzen Winkel ergaben, welcher zwischen 70° und 71° lag (berechnet 70° 32′). Von solchen Wachsthumsformen bis zu einheitlichen Individuen findet man alle möglichen Uebergänge. Nicht selten auch solche, wie sie am Kochsalz vorkommen und die bekannten quadratischen treppenförmigen Trichter, Raumsechstel eines Würfels, bilden. Oft sind auch die Trichter theilweise oder ganz ausgefüllt und werden durch eine Fläche abgeschlossen, die gewöhnlich noch etwas parquettirt erscheint etc. Die einheitlich geschlossenen Individuen sind entweder gut ausgebildete Würfel, oder auch zu quadratischen längeren Prismen und dünneren Tafeln verzerrt, ganz wie es auch bei Chlornatrium und Chlorkalium vorkommt. Solche Krystalle sind von lebhaftem Glasglanz.

Es ist mir nicht gelungen, an den vielen Proben, die ich mikroskopisch untersucht habe, andere Flächen, als solche des Würfels, zu entdecken.

Aus alledem hat man wohl Grund, auf ein reguläres Krystallsystem der Niobsäure zu schliessen. Indessen steht die Sache noch nicht so fest, als man nach dem rein formalen Aeusseren der Krystalle meinen möchte.

Ebelmen (Ann. ch. phys. (3) **33,** 34 und Ann. Ch. Pharm. **80,** 205) fand bereits vor mehr als dreissig Jahren, dass sich Niobsäure, Tantalsäure und viele andere Körper krystallinisch aus Borsäure darstellen lassen. Er benutzte dazu die Fähigkeit der freien Borsäure, in hoher Temperatur zu verdampfen, und so die gelösten Oxyde zur krystallinischen Abscheidung gelangen zu lassen. Wegen Mangels an hinreichendem Material konnte er indessen keine für nähere Untersuchungen geeignete Krystalle von Niobsäure darstellen. Er giebt nur an, dass die Krystalle prismatisch seien.

Da die Möglichkeit nicht ausgeschlossen ist, dass Niobsäure, auf verschiedene Weise und unter verschiedenen Bedingungen dargestellt, etwa dimorph sein könnte, so habe ich die Versuche, Krystalle aus Borsäureschmelze zur Ausscheidung zu bringen, ebenfalls ausgeführt, und zwar wesentlich im Perrot'schen Ofen, weil dieser eine an Weissgluth grenzende Temperatur entwickelt, welche wenigstens auf einige Stunden hindurch constant erhalten werden kann, so lange der Gasdruck des Gasometers Abends ein höherer ist, als bei Tage, bedingt durch den Gasconsum der Stadt.

Auf solche Weise konnte die Abscheidung aus übersättigter Lösung in geschmolzener Borsäure unterstützend wirken, etwa bereits durch Verflüchtigung von Borsäure abgeschiedene Krystalle während der langsamen Abkühlung weiter wachsen zu lassen. Denn nach vollendetem Process wurde das Zugrohr des Ofens geschlossen, um die hohe Temperatur des Ofens noch möglich langsam sich verringern zu lassen.

Das krystallinische Product zeigte sich unter dem Mikroskope in mancher Beziehung von dem aus Borax dargestellten verschieden. Die trigo-

nalen Wachsthumsformen waren nicht vorhanden. Ich habe keine einzige davon gesehen. Auch diese Krystalle aus Borsäure bestehen aus Formen, welche aus dem Durchschnitte dreier Paare sich rechtwinklig schneidender Ebenen hervorgehen. Wenn sie meistens prismatisch, wie quadratisch entwickelt sind, mitunter sehr lang und sehr dünn, so sinkt die eine bevorzugte Dimension häufig auch bis zur Gleichheit mit den beiden anderen herab und es entstehen Würfel.

Im Uebrigen zeigen die aus Borsäure entstandenen Krystalle denselben Glanz, die Farbe ist wohl zufällig durch Beimengung eines fremden Körpers, vielleicht von etwas Eisenoxyd, eine röthliche geworden, übrigens sind die Individuen klar, durchsichtig und von continuirlichem Wachsthum. Bei manchen Individuen sind allerdings an den Endflächen des scheinbar quadratischen Prismas trichterförmige Vertiefungen erkennbar. Diese Continuität des Wachsthums scheint mir von Wichtigkeit zur Beurtheilung des Krystallsystems auf optischem Wege, weil dabei Lamellarpolarisation ausgeschlossen ist. Auch diese Krystalle, welche aus Borsäure ausgeschieden sind, werden beim Glühen schön orangefarben. Im Uebrigen besteht das Product aus vorwaltend kleinen Krystallen, zwischen denen einzelne grössere zerstreut liegen.

Wenn auch dem Habitus nach, principiell ist kein Unterschied zwischen den Niobsäurekrystallen zu erkennen, welche auf dem einen oder auf dem anderen Wege dargestellt worden sind.

Das optische Verhalten der Krystalle spricht indessen nicht für das reguläre Krystallsystem. Bei orthoskopischer Prüfung im polarisirten Lichte erkennt man eine starke Einwirkung desselben auf die Substanz, welche ein ziemlich starkes Brechungsvermögen zu haben scheint. Die Krystalle leuchten zwischen gekreuzten Nicols in lebhaften Farben, welche streifenweise wechseln, wo die Krystalle einen lamellaren Aufbau besitzen und dem Durchgange des Lichtes verschiedene Dicke der Substanz darbieten. Man könnte diese optische Wirkung auf eine Lamellarpolarisation zurückführen wollen, indessen steht dem der Umstand entgegen, dass die einheitlich und continuirlich gewachsenen Krystalle, welche aus Borsäureschmelze gewonnen wurden, auch einheitlich farbig polarisiren und entschieden eine gerade Auslöschung besitzen. Im Konoskop ist es mir nicht gelungen, normal zu irgend welchen Flächen Axenbilder zu erzeugen, so dass es zweifelhaft bleibt, ob die Niobsäurekrystalle optisch ein- oder zweiaxig sind. Indessen scheint mir letzteres wahrscheinlich, da ich in keiner Lage der Krystalle eine Richtung entdecken konnte, in welcher die farbige Polarisation aufgehört hätte.

Nach solchem Verhalten müsste man die Krystalle als rhombische Combinationen dreier Pinakoide, $0P$, $\infty\bar{P}\infty$, $\infty\breve{P}\infty$, auffassen. Alle Flächen-

winkel sind genau 90°. Sie füllen unter dem Mikroskop die Quadranten des Fadenkreuzes genau aus.

Dass die vorliegenden Krystalle aus reiner Niobsäure Nb_2O_5 bestehen, ist allerdings bisher nach Analogie mit anderen Oxyden, wie TiO_2, ZrO_2 etc. als selbstverständlich angenommen worden. Indessen hielt ich es doch für gerathen, dieselben noch auf ihre Reinheit zu prüfen.

Proben von verschiedener Bereitung aus Boraxschmelze wurden mit reinem kohlensaurem Kali geschmolzen; die Schmelze löst sich in Wasser als niobsaures Kali. Nach Zusatz einer zur Zersetzung dieses Salzes hinreichenden Menge von Chlorwasserstoff und nachherigem Zusatz von Ammoniak fällt alle Niobsäure in gut filtrirbarer Form aus. Bei dem ersten Versuche erhielt ich nur 88,89 % Niobsäure wieder. Bei ferneren 87,89, 87,31, 83,90, was ebenso vielen Differenzen von 100 zu 11,11, 12,02, 12,69 und 16,10 % entspricht.

Somit mussten Zweifel entstehen, ob hier eine Verbindung von Niobsäure etwa mit Natron, oder nur ein Gemenge von derselben Säure mit Borax vorliegt. Ich machte noch den Versuch, aus einer Schmelze von borsaurem Kali Krystalle zu erhalten, welche möglicherweise, wenn hier eine Verbindung stattfände, nicht isomorph mit dem Natronsalze wären. Indessen erhielt ich Krystalle genau von denselben Eigenschaften, wie sie die aus borsaurem Natron gewonnenen charakterisiren. Aus den Krystallen, die aus Kalisalz gewonnen waren, fand ich 86,27 % Niobsäure und 13,73 % Differenz von 100.

Ob diese Differenz nur aus Natron oder Kali, oder aus borsaurem Salz besteht, musste eine Probe entscheiden, zu welcher ich die kalihaltigen Krystalle wählte, weil darin Borsäure gleich als Fluorborkalium bei dem Aufschliessen der Krystalle mit Fluorwasserstoff zur schwer löslichen Abscheidung gebracht werden kann. Indessen hatte eine genauere Bestimmung der Borsäure und die Trennung von Niobsäure viel Missliches. Ich musste mich mit dem qualitativen Nachweis von Borsäure begnügen. Sie konnte in der That als Fluorborkalium aus den Krystallen abgeschieden werden.

Will man annehmen, die Krystalle beständen nicht aus reiner Niobsäure, sondern aus niobsaurem Natron oder niobsaurem Kali, so würde das einbasische Salz $Na_2Nb_2O_6$ einen Natrongehalt von 18,8 %, das entsprechende Kalisalz $K_2Nb_2O_6$ aber einen Kaligehalt von 26,0 % führen müssen, die zwei- oder dreibasischen Salze aber einen noch höheren Gehalt an diesen Alkalien. Die gefundenen Differenzen reichen aber an diesen Gehalt lange nicht hinan. Ein saures Salz könnte man herausrechnen; aber so lange nicht ein positiver Beweis für die Existenz eines solchen geliefert werden kann, ist die Annahme überflüssig, um so mehr, als Gründe vorliegen, welche die Krystalle als Niobsäure erscheinen lassen, welche Boraxglas mechanisch eingeschlossen enthalten. Schon die annähernde Gleich-

heit der Differenz von 100 bei den aus Kaliborax gewonnenen Krystallen mit der der aus Natronborax gewonnenen deutet wohl nicht auf eine Verbindung nach festen Verhältnissen. Der lamellare Aufbau der Krystalle, ihre Aggregation aus mehr oder minder geschlossenen Wachsthumsformen befähigt sie besonders von der Schmelze in sich aufzunehmen und in den interkrystallinen Räumen zu verbergen.

Dass die Einwirkung der Substanz der Krystalle auf polarisirtes Licht nicht von etwa eingeschlossenem Borax herrührt, davon habe ich mich durch besondere Proben überzeugt. Denn das Boraxglas zeigt sich im polarisirten Lichte als vollständig amorph.

Entscheidend für die Natur der Niobsäurekrystalle ist meiner Meinung nach die Analyse der aus Borsäureglas dargestellten nicht lamellaren, sondern sehr continuirlichen Krystalle, welche als morphologisch und optisch identisch mit den anderen erkannt wurden.

Eine Analyse ergab 99,75 % Niobsäure und 0,25 % Differenz auf 100.

Ich halte daher auch die aus Boraxschmelze entstandenen Krystalle für solche, welche der Niobsäure angehören.

Es ist bekannt, wie leicht auch die Kenntniss der chemischen Zusammensetzung von Schlackenkrystallen getrübt wird, weil sehr oft noch amorphe Glassubstanz an ihnen hängt, oder in ihnen eingeschlossen ist.

Ein ausgezeichnetes derartiges Beispiel liefern Schlackenkrystalle, welche sich drusenweise in den Rohschlacken der Kupferhütte zu Brixlegg in Tyrol (Unterinnthal) ausgeschieden haben. Es sind lange, dunkelschwarzgrüne Nadeln von Glasglanz, welche nach Form und Winkeln, sowie ihrer optischen Auslöschungsschiefe sich als Diopsid ausweisen. Auch die chemische Zusammensetzung stimmt damit.

Kocht man diese Krystalle zur Reinigung mit Salzsäure, dann verlieren sie ihre dunkle Farbe, werden hell, fast farblos und lebhafter glänzend, aber sie enthalten im Innern oft eine noch mit dunkelgrüner amorpher Schlacke ausgefüllte interkrystalline Höhlung, die von der Säure nicht erreicht wird und wie ein Chiastolithkern darin verharrt. Die amorphe Masse, ursprünglich von Sirupsconsistenz, überzieht alle Krystalle der Druse gleichförmig als dünne Haut. Durch Kochen mit Salzsäure konnten von der Oberfläche gegen 20 % dieser Substanz entfernt werden, welche vorher auf den Krystallen nicht als Ueberzug erkannt werden konnte.

Es bleibt demnach noch immer zweifelhaft, ob die Niobsäure regulär krystallisirt mit optischer Anomalie, oder vielleicht rhombisch, mit einem, dem regulären genäherten Molekularsystem.

Karlsruhe, 30. December 1886.

XXXIX. Auszüge.

1. J. Deby: Ueber den Cyprusit (On the mineral Cyprusite. — Journ. of the Royal microscopical Society, 1884 [2], **4**, 1, 186—191). Herr Reinsch*) beschrieb vor einigen Jahren ein neues Mineral aus der Umgegend von Kynussa im nordwestlichen Cypern, welches er Cyprusit nannte und das nach seinen Untersuchungen als ein basisches Ferrisulfat erschien, verunreinigt mit 25 % einer in Salzsäure unlöslichen Substanz, die sich bei der mikroskopischen Untersuchung als aus Kieselschalen von Radiolarien bestehend erwies.

Nach Verfassers Beobachtungen kommt der Cyprusit in dem ganzen Gebiete von Chrysophou vor, hauptsächlich in dem gebirgigen Districte zwischen den Dörfern Poli, Lisso und Kynussa. Die Hauptfundorte liegen am rechten Ufer des Balahussaflüsschens unterhalb Kynussa. Der Cyprusit bildet mächtige Gänge in einem gewöhnlich zeolithführenden Melaphyr oder Dolerit, der sich durch seinen grossen Reichthum an Thonerde (26,19 %) auszeichnet. Die Gänge markiren sich an der Erdoberfläche in einer Reihe paralleler südost-nordwestlich streichender, mehrere hundert Meter langer und 25 bis 90 m breiter Hügelzüge von schmutzig gelber bis hell zinnoberrother Färbung. Nach Verfassers Meinung stellen diese Cyprusitmassen das Ausstreichen (den »eisernen Hut«) der im Alterthum berühmten cyprischen Kupferminen dar. In einiger Teufe scheint nämlich an die Stelle unseres Minerals Eisenkies zu treten, der in noch grösserer sodann kupferhaltig wird.

Der Cyprusit ist meist zerreiblich, zuweilen jedoch auch recht hart. Sein specifisches Gewicht ist 1,8. Er ist unlöslich in Wasser, löslich aber in Säuren, hinterlässt jedoch hierbei einen unlöslichen Rückstand von durchschnittlich 16,90 %. Schon bei 100 bis 115° entweichen schwache Dämpfe, die rothes Lackmuspapier bläuen [? d. Ref.]. Im Platintiegel so lange geglüht, bis die Dämpfe keine Einwirkung auf Lackmus mehr zeigten, hatte das Mineral eine Einbusse von 17,19 % Schwefelsäure erlitten und eine dunkelpurpurne Färbung angenommen. Der Durchschnitt mehrerer durch Herrn H. Fulton ausgeführter vollständiger Analysen des löslichen Antheils ergab:

	Gefunden:	Berechnet: A.	Berechnet: B.
Fe_2O_3	49,68	49,48	49,24
Al_2O_3	3,89	3,95	4,49
SO_3	35,34	34,04	35,19
H_2O	11,06	12,53	11,08
	99,97	100,00	100,00

*) On a new mineral found in the island of Cyprus. Proceed. of the Royal Society of London, 1882, **33**, 118—121.

Hieraus leitet der Verfasser die Formel $Al_2 S_3 O_{12} + 8\overset{III}{Fe_2} S O_6 + 18 H_2 O$ ab, deren theoretische Werthe (vom Ref. neu berechnet) oben sub A. aufgeführt sind. [Weit besseren Ausdruck scheinen die Resultate der Analyse durch die Formel $\overset{III}{Fe_7} Al S_5 O_{27} + 7 H_2 O$ zu finden, der die unter B. angegebenen Zahlen entsprechen. D. Ref.] Der Gehalt an Thonerde ist wechselnd, die Abwesenheit von Kalk und Magnesia ist durch besondere Versuche dargethan. Die Abweichung von der von Herrn Reinsch gefundenen Zusammensetzung ist eine ganz beträchtliche*).

Unter dem Mikroskop erwies sich das Mineral als in sechsseitigen Täfelchen von 0,0033 bis 0,0083 mm Durchmesser krystallisirend. Die optische Untersuchung ergab die Zugehörigkeit zum Hexagonalsystem**). Zwischen den Kryställchen des Cyprusit zeigen sich die den in Säuren unlöslichen Rückstand bildenden Kieselschälchen mariner Radiolarien und Spongiennadeln, daneben auch einige kleine Quarzkörner.

Herr Reinsch hatte schon in den die Cyprusithügel durchziehenden Schluchten und Wasserrissen Efflorescenzen entdeckt, die ebenfalls vom Verfasser näher untersucht wurden. Sie sind von einer weissen bis schwach grünlichen Färbung und haben krystallinische Structur. Im Aussehen gleichen sie verwittertem Eisenvitriol. Ihre Analyse ergab:

		Berechnet:
Unlösl. Rückstand	4,88	—
Cu	0,45	—
$Al_2 O_3$	17,70	17,81
$S O_3$	35,19	34,87
$H_2 O$	39,00	39,21
	97,22	91,89

Die Abwesenheit von Eisen wird besonders hervorgehoben. Die Formel des Salzes ist demnach $Al_4 S_5 O_{21} + 25 H_2 O$. [Ref. hat oben unter »Berechnet« die theoretische Zusammensetzung von 91,89 Theilen dieser Verbindung beigefügt. Dieselbe entspricht übrigens keinem der bisher untersuchten natürlichen Sulfate, sie würde demnach ein neues Mineral darstellen. Am nächsten steht sie wohl noch einer dem Copiapit analogen Aluminiumverbindung, doch unterscheidet sie sich von einer solchen beträchtlich durch den Wassergehalt.]

Verfasser stellt sich die Bildung des Cyprusit wie folgt vor: Der Eisenkies der ursprünglichen Gänge oxydirte sich zu Ferrosulfat, das bald unter weiterer Sauerstoffaufnahme und Absatz von Eisenoxyd sich zu Ferrisulfat umsetzte. In diesem aber löste sich das Eisenoxyd sofort wieder auf unter Bildung basischer

---

*) Sie erklärt sich indes ohne Weiteres aus der Art, wie Herr Reinsch seine Analyse angestellt hat. Er constatirt (l. c. S. 120 und 121) zuerst einen Gehalt des Minerals an hygroskopischem Wasser von 1,7 %, bestimmt dann im Mittel von drei Versuchen den unlöslichen Rückstand zu 25 %. Darauf findet er in einer neuen Portion einen Schwefelsäuregehalt von 21,5 %. Den Rest setzt er nun für »Eisenoxyd mit ein wenig Thonerde« ein und schreibt als Analysenresultat:

Eisenoxyd mit ein wenig Thonerde	51,5
Schwefelsäure	21,5
Unlösliche, kieselige Substanz	25
Hygroskopisches Wasser	2
	100

D. Ref.

**) Des Verfassers Bemerkung, dass zuweilen auch dreizählige Formen vorzukommen scheinen, lässt vielleicht den Schluss auf rhomboëdrische Hemiëdrie zu. D. Ref.

Sulfate. In einer späteren Periode positiver Niveauverschiebung gerieth das ganze Gebiet unter den Meeresspiegel, die im Meerwasser lebenden Radiolarien wurden durch die Eisensulfatlösung vergiftet und hinterliessen ihre Kieselpanzer. Der Thonerdegehalt rührt von einer Secretion des Nebengesteins her.

Ref.: L. Grünhut.

2. Abbe's Analysator-Ocular (Abbe's analysing eye-piece. Journ. of the Royal microscopical Society 1885 [2], **4**, 1, 462). Zwischen Augenglas und Collectivglas des gewöhnlichen Campani'schen Oculars ist ein Kalkspathprisma über dem in der Regel daselbst befindlichen Diaphragma eingesetzt und durch zwei passend gewählte Glasprismen achromatisch gemacht. Der parallel der brechenden Kante polarisirte Strahl passirt die Prismencombination ohne Ablenkung, wohl aber erfährt der senkrecht dazu polarisirte eine solche. Er wird durch ein über dem Augenglas angebrachtes Diaphragma zurückgehalten.

Ref.: L. Grünhut.

3. H. G. Madan (in Eton): **Ueber das Ohm'sche Interferenz-Phänomen** (On the interference-curves known as »Ohm's fringes«. Nature 1885, **31**, 83). Herr Ohm*) hat zuerst das Interferenzbild beobachtet, das zwei gleichdicke Platten eines einaxigen Krystalls, die unter einem Winkel von 45⁰ zur optischen Axe geneigt sind, im convergenten polarisirten Licht zeigen, wenn sie so über einander gelegt werden, dass die optischen Axen in einer Ebene, jedoch nicht parallel mit einander liegen. Er sah hier bei gekreuzten Nicols und im homogenen Lichte einen dunklen ovalen Flecken, umgeben von einem System concentrischer Ellipsen, deren grosse Axen der Trace des gemeinsamen Hauptschnittes der Krystallplatten parallel gehen. Bei parallelen Nicols geht die Erscheinung selbstverständlich in die complementäre über. Das ganze Phänomen ist nur im homogenen, nicht aber im weissen Lichte sichtbar, am deutlichsten ist es wahrnehmbar, wenn die Ebene der beiden Hauptaxen 45⁰ mit den Schwingungsebenen der Nicols einschliesst. Herr Ohm bemerkte auch, dass, wenn man sich der Quarzplatten des Savart'schen Polariskops bedient, die Erscheinung in Folge der Circularpolarisation wesentlich modificirt wird. Neben den Ellipsen tritt noch ein System sämmtlich den kleinen Axen derselben paralleler, geradliniger Streifen auf, die je nach der Stellung der Plattenhauptschnitte zu den Schwingungsrichtungen der Nicols bald die Ellipsen überstrahlen, bald von ihnen überstrahlt, ja sogar gänzlich zum Verschwinden gebracht werden.

Herr Madan macht nun darauf aufmerksam, dass beim Kalkspath die Hauptaxe einen Winkel von nahezu 45⁰, genauer 44⁰ 36′, mit den Flächen des Grundrhomboëders einschliesst, dass also zwei Calcit-Spaltungsplatten von etwa 1 qcm Grösse und 2 mm Dicke, die in der geforderten Weise mit Canadabalsam oder Damarlack verkittet sind, das Phänomen zeigen müssen. In der That zeigt es sich deutlich, wenn man diese Combination im Polarisationsinstrument betrachtet oder auch im gewöhnlichen Mikroskop mit Polarisationsvorrichtung. In letzterem Fall müssen natürlich die Platten auf das Ocular gelegt und unmittelbar darüber muss der Analysator aufgesetzt werden.

Selbst Platten, die einen Winkel von 70⁰ mit der optischen Axe bildeten,

*) Ueber eine Interferenz-Erscheinung bei einaxigen Krystallplatten in geradlinig polarisirtem Lichte. Poggend. Ann. 1853, **90**, 327.

zeigten dem Verfasser das Interferenzbild der Ellipsen. Auch studirte er an Savart'schen Platten die Veränderung der Erscheinung für den Fall, dass die Hauptschnitte der beiden Platten nicht in einer Ebene liegen, theilt hierüber jedoch nichts Weiteres mit, als dass sich »Form und Charakter« der Interferenzbänder mit wechselndem Azimuth der Hauptschnitte ändern.

Ref.: L. Grünhut.

4. Swift and Son's Mikroskop-Goniometer (Swift and Son's Goniometer Stage. Journ. of the Royal microscopical Society 1884 [2], **4,** 2, 960). Eine in der Ebene des Mikroskoptisches liegende, um ihre Axe drehbare, feine Pincette trägt einen Seitenarm, der bei der Drehung als Zeiger an einem vertical stehenden getheilten Halbkreise vorbeigeht. Das Ende des Zeigers ist mit Nonius versehen. Die zu messenden Kryställchen werden entweder direct in die Pincette geklemmt oder mit Wachs an derselben befestigt, die betreffende Kante muss natürlich in der Richtung der Drehungsaxe, also horizontal, liegen. Das Instrument dient auch als Axenwinkelapparat.

Ref.: L. Grünhut.

5. Hartnack's Mikroskop-Goniometer (Hartnack's Goniometer Stage. Ebenda 960). Die Construction dieses Intrumentes ist dieselbe, wie die des oben beschriebenen von Swift and Son, vor dem es übrigens den Vorrang der Priorität hat; es unterscheidet sich von ihm nur in der Feinheit der Ausführung. Vor Allem wird das Goniometer nicht unveränderlich am Mikroskop befestigt, sondern es ist nur mit der drehbaren Scheibe des Objecttisches fest verbunden, gestattet aber mit dieser gemeinsam eine durch zwei Mikrometerschrauben zu regulirende Bewegung in deren Ebene nach zwei senkrecht auf einander stehenden Richtungen.

Ref.: L. Grünhut.

6. H. G. Madan (in Eton): **Methode zur Erzeugung homogenen blauen Lichtes** (A method of isolating blue rays for optical work. Nature 1885, **31,** 263). Das unter dem Namen »signal-green glass« bekannte, zu Eisenbahnsignallampen verwendete grünlichblaue Glas — das, wie Verfasser glaubt, Cuprinverbindungen seine Färbung verdankt — absorbirt alles Licht, dessen Brechung geringer ist, als die der Fraunhofer'schen Linie *F*. Eine Combination eines solchen Glases mit Kobaltglas, welches bekanntlich rothe Strahlen noch reichlich hindurchlässt, wird daher nur für den Theil des Spectrums zwischen *F* und *G* durchlässig sein. Man erhält also ein Licht, dessen Homogenität der des durch Cuprammoniumsulfatlösung hindurchgegangenen durchaus nicht nachsteht.

Ref.: L. Grünhut.

7. W. E. Koch: Turmalin von der Insel Mull (Notes on Mull and its leaf-beds. Transact. of the geol. soc. of Glasgow 1883—85, **7,** 52—56). Turmalin findet sich auf Mull in einem Gange im Schiefer nahe am Westrande von Loch Assapoll, an dessen Südküste bei Crag-y-chroman. Die Krystalle sind schwarz und oft recht schön ausgebildet, gewöhnlich zeigen sie [in der Endigung] die Formen $(10\bar{1}1).(01\bar{1}2).(0001)$. — Daneben führt der Gang Feldspath und dunklen Glimmer.

Ref.: L. Grünhut.

8. **D. C. Glen** und **J. Young** (in Glasgow): **Saponit von Cathkin** (A geological excursion to Cathkin-quarries. Transact. of the geol. soc. of Glasgow, 1883—85, 7, 166—171).

J. J. Dobbie (in Bangor, Nordwales): **Saponit von Cathkin** (Saponite from Cathkin quarry. Ebenda, 212). In dem Dolerit der Steinbrüche von Cathkin (am Clyde) findet sich Saponit in zwei Varietäten. Die erste, von den Verfassern Bowlingit genannt, ist von dunkler, schwärzlich-grüner Färbung und faseriger Structur und findet sich auf Spalten. Die zweite, bisher noch nicht beschriebene, Cathkinit genannt, ist röthlich bis chocoladebraun, dicht, besitzt muschligen Bruch mit glatten, glänzenden Bruchflächen, tritt in unregelmässigen Lenticulärmassen von 15 bis 25 cm Mächtigkeit auf und zeichnet sich durch ziemlich bedeutenden Eisenoxydulgehalt aus.

Diesen Cathkinit hat Herr Dobbi mit folgenden Resultaten näher untersucht. Spec. Gewicht 2,214, Härte = 2. Zerfällt in Wasser in feine Theilchen, enthält zahlreiche harte Partikeln eines Silicats, wahrscheinlich ebendesselben, durch dessen Zersetzung er selbst entstand. Löslich in Salzsäure unter Hinterlassung von Kieselsäure. Drei Analysen gaben folgende Resultate (I. bis III.):

	I.	II.	III.	IV.
SiO_2	39,98	39,38	40,44	40,63
Al_2O_3	4,20	6,70	4,94	7,18
Fe_2O_3	6,92	3,79	0,44	3,96
FeO	8,71	9,45	13,54	2,38
CaO	2,83	1,89	3,05	2,14
MgO	18,62	20,39	19,85	21,43
H_2O	17,28	17,11	17,24	21,76
CO_2	0,40	0,14	0,40	—
	98,94	98,85	99,90	99,48

IV. giebt zum Vergleich das Mittel von Herrn Heddle's Analysen von 13 Saponiten verschiedener Fundorte.

Ref.: L. Grünhut.

9. **J. Young** (in Glasgow): **Pektolith von Kilsyth, Grafsch. Stirling, Schottland** (Pectolite from Auchensterry quarry, Kilsyth. Ebenda 212). Findet sich in Gestalt feiner grauweisser Nädelchen mit Harmotom und einem schwarzen Mineral, wahrscheinlich Turmalin, in dünnen Trümern im Dolerit des Auchensterry-Steinbruchs zu Kilsyth, nordwestlich von Glasgow. Eine Analyse ergab:

SiO_2	52,74
Al_2O_3	0,67
Fe_2O_3	1,20
MgO	1,52
CaO	31,86
Na_2O	9,60
H_2O	2,00
	99,59

[Vermuthlich durch Druckfehler steht im Original 99,44; ob das Eisen als Sesquioxyd oder als Monoxyd bestimmt worden ist, kann aus Verfassers Angaben nicht ersehen werden. D. Ref.]

Ref.: L. Grünhut.

10. W. Boyd Dawkins (in Manchester): **Apatit von Ottawa in Canada** (On some deposits of Apatite, near Ottawa, Canada. Transact. of the Manchester geolog. Society, 1885, **18**, 47—60.)

G. Henry Kinahan (in Letterkenny): **Genesis des Canadischen Apatits** (On a possible genesis of the Canadian Apatite. Ebenda 123—132).

Gerrard A. Kinahan (in Camborne): **Apatit von Ottawa** (Notes on Prof. Boyd Dawkins paper »Apatite deposits near Ottawa«. Ebenda, 132—135). In einem der krystallinischen Schieferreihe angehörigen Schichtensystem, das sich aus »Pyroxenit«, Quarzit und metamorphischem Kalkstein aufbaut, setzen im Thale des Lièvre, etwa 30 km von Buckingham (östl. von Ottawa) eine Anzahl verschieden streichender, 3,5 bis 5 m mächtiger Gänge auf. Sie führen Apatit, Phlogopit, Augit und Kalkspath, selten auch Bleiglanz, Zinkblende und Eisenkies, vorwiegend aber das erstgenannte Mineral. Doch kommen in der »Emerald Mine« Gänge vor, die grösstentheils Kalkspath enthalten, in welchem mitten inne alsdann allseitig ausgebildete Apatitkrystalle, zum Theil von ungeheurer Grösse (bis 500 kg schwer), sowie Augitkrystalle bis zu 10 cm Länge auftreten. Zuweilen bilden Apatit und Kalkspath abwechselnde Lagen, dann ist letzterer oft stalaktitischer Natur, sonst kommt er auch mit Quarz zusammen als Drusenmineral vor. Der Phlogopit nimmt meist die Mitte der Gangmassen ein, hin und wieder tritt er jedoch gerade umgekehrt an den Salbändern auf, manchmal findet er sich auch als feiner Ueberzug der Apatitkrystalle. Der Apatit enthält nach Herrn Hoffmann's Analysen 85,24 bis 89,81 % Calciumorthophosphat und 5,86 bis 7,93 % Fluorcalcium.

Herr Dawkins erklärt die Entstehung dieser Gänge durch hydrochemische Processe. Die Herren Kinahan suchen zu zeigen, dass man es hier mit metamorphischen Kalksteinlagern zu thun habe; insbesondere wird die Unwahrscheinlichkeit der Gangnatur der Lagerstätte der »Emerald Mine« im letzten der drei Aufsätze auf's Entschiedenste betont.

Ref.: L. Grünhut.

11. G. A. König (in Philadelphia): **Stromeyerit von Mexico** (Proceed. Acad. Nat. Sciences, Philadelphia 1886, 284). Der Verf. untersuchte den Stromeyerit von Zacatecas in Mexico mit folgendem Resultat:

S	15,81
Ag	50,18
Cn	33,69
Unlösl.	0,26
	99,94

Dies entspricht der Formel $(Ag, Cu)_2 S$ mit dem Verhältniss $Ag_2 S : Cu_2 S = 47 : 53$ oder nahe $1 : 1$. Der Stromeyerit findet sich in unvollkommenen prismatischen Krystallen in Quarz eingewachsen. Spec. Gew. 6,230.

Ref.: E. S. Dana.

12. Derselbe: Mangan-Zink-Serpentin von Franklin, N. J. (Ebenda 350). Das untersuchte Material war dicht, dunkelbraun kantendurchscheinend und von halbmuschligem Bruch. Spec. Gew. 2,635.

	I.	II.
SiO_2	42,20*)	41,70
Fe_2O_3	2,80	—
MnO	7,44	6,91
ZnO	3,90	3,10
MgO	29,24	29,24
H_2O	14,04	14,04
	99,62	94,99

Das Mittel aus zwei Analysen ergab die Werthe unter I.; nach Abzug von 4,15 % Franklinit ergeben sich die Werthe unter II. (worin jedoch noch 1 % Pyroxen enthalten ist). Der Verf. betrachtet die Substanz als einen Serpentin, bei welchem das Magnesium theilweise durch Zink und Mangan ersetzt ist.

Ref.: E. S. Dana.

13. O. W. Huntington (in Cambridge): **Ueber die krystallinische Structur der Eisen-Meteoriten** (Americ. Journ. Sc. Oct. 1886 [3], **32**, 284—303). Der Verf. giebt eine ausführliche Studie über die Structur der Eisenmeteoriten, welche sich im Besitz der Harvard University befinden. Diese, früher dem verstorbenen J. Lawrence Smith gehörige Sammlung enthält von allen bedeutenderen Fallorten gute Vertreter. Eine beträchtliche Anzahl der Eisenmeteoriten zeigt eine mehr oder minder deutliche krystallinische Structur schon in ihrer äusseren Form. Als Ausgangspunkt für das Studium der Widmannstädten-schen Figuren wurden die Flächen der Spaltbarkeit genommen. Die erhaltenen Beobachtungen bilden nur zum Theil eine Bestätigung der von andern mitgetheilten Beobachtungen. Der Verf. fasst die allgemeinen Schlüsse, zu denen er bei seinem Studium gelangte, folgendermassen zusammen:

1) Viele der untersuchten Meteoreisen sind Spaltungsstücke, welche wahrscheinlich beim Eintreffen der Masse in die Atmosphäre abgebrochen sind.

2) Spaltbarkeit existirt parallel allen drei Grundformen des regulären Systems; nämlich nach (111), (110) und (100).

3) Die Widmannstädten'schen Figuren und die Neumann'schen Linien sind Schnitte des Krystallwachsthums parallel denselben drei Grundformen.

4) In verschiedenen Schnitten der Eisenmeteoriten können Widmannstädten'sche Figuren und sogenannte Neumann'sche Linien in allen Abstufungen auftreten, vom breitesten Band bis zu den feinsten Linien, ohne dass zwischen diesen beiden eine Grenze gezogen werden könnte.

5) Die Umrisse der Widmannstädten'schen Figuren sind zurückzuführen auf die Abstossung ungeeigneten Materials während des Krystallisationsprocesses.

Ref.: E. S. Dana.

14. S. L. Penfield und **F. L. Sperry** (in New Haven): **Ueber die Pseudomorphosen nach Granat vom Obern-See und von Salida, Colorado** (Ebenda, 1886, **32**, 307—311). Die Granatpseudomorphosen finden sich in grosser Menge in einer Schicht des chloritischen Schiefers, welcher das Magnetitlager der Spurr-Michigamme Iron Range überlagert. Eine Beschreibung des Vor-

*) Enthält 0,3 MgO und 0,2 ZnO.

kommens, sowie auch eine mikroskopische Untersuchung derselben wurde bereits von R. Pumpelly mitgetheilt (Amer. Journ. Sc. 1875 [3], **10**, 17). Als Ergänzung hierzu haben die Verff. sehr sorgfältig angestellte Analysen, sowohl des Granats selbst, als auch von dessen Zersetzungsproducten, sowie der chloritischen Grundmasse mitgetheilt. Die Granaten sind alle dodekaëdrisch ausgebildet und haben ein spec. Gew. von 4,11—3,22; die schwereren derselben erwiesen sich als nahezu rein. Durch die Analyse wurde gefunden:

	I. Granat:	II. Zersetzungsproducte:	III.
SiO_2	38,03	27,45	29,08
Al_2O_3	20,83	19,53	19,94
Fe_2O_3	—	6,26	3,91
FeO	36,15	29,42	30,48
MnO	2,14	—	0,20
MgO	0,97	6,04	5,56
CaO	2,73	—	0,25
Na_2O	—	0,42	0,29
K_2O	—	2,64	3,66
H_2O	—	7,50	6,53
	100,85	99,26	99,90

Aus der Analyse des Granats folgt das Molekularverhältniss $SiO_2 : Al_2O_3 : RO = 3 : 0,96 : 2,87$, welches nahezu der Formel $Fe_3Al_2Si_3O_{12}$ entspricht. Das Zersetzungsproduct hatte ein spec. Gew. von 3,281, welches sich nach Entfernung von 3,23 % unzersetztem Granat und 3,28 % Magnetit auf 3,21 (Analyse II.) verringerte. Aus den Analysen II. und III. berechnet sich folgendes Molekularverhältniss:

	SiO_2	R_2O_3	RO	H_2O
II. =	4	1,97	5,11	3,49
III. =	4	1,80	5,06	3,00
oder nahezu	4	2	5	3.

Das chloritische Zersetzungsproduct nähert sich also sehr dem Prochlorit oder vielmehr noch mehr Sandberger's Aphrosiderit, für welchen Groth das Verhältniss $SiO_2 : R_2O_3 : RO : H_2O = 4 : 2 : 6 : 5$ angiebt. Aus dem Vergleich der beiden letzten Analysen mit derjenigen des Granats ist ersichtlich, dass die Veränderung des ersteren besteht in einem Verlust von nahezu 10 % SiO_2, einer gänzlichen Entfernung des Mangans und Calciums, sowie in einer Aufnahme von Alkalien und Wasser. Die mikroskopische Untersuchung führte zu denselben Resultaten, zu denen schon Pumpelly gelangte.

Die Granaten sind eingebettet in eine ziemlich homogene Grundmasse, welche sich unter dem Mikroskop aus winzigen pleochroitischen Schüppchen bestehend erwies, in welche gelegentlich Magnetitkörner eingelagert sind. Die Analyse derselben ergab:

	I.	II.	Mittel:	Mol.-Verhältniss:		
SiO_2	22,45	22,26	22,35	3,725	= 3,00	3
Al_2O_3	25,23	25,05	25,14	0,244	= 1,98	2
FeO	34,34	34,34	34,39	0,447	} = 5,15	5
MnO	Spur	—	—			
MgO	6,31	6,51	6,41	0,161		
H_2O	11,25	11,25	11,25	0,625	= 5,04	5
	99,58	99,50	99,54			

Diese Zahlen führen, wenn auch nicht ganz streng, auf die Zusammensetzung des Thuringit.

Die Granaten von Colorado stammen von Salida, Chaffee Co.; sie sind ebenfalls dodekaëdrisch und zuweilen von bedeutender Grösse, manchmal bis 8 oder 9 Pfd. wiegend. Die Zersetzung ist hier jedoch keine so tiefgehende, sondern es ist nur eine dünne Schicht in lichtgrünen Chlorit umgewandelt. Durch die Analyse wurde gefunden:

	Granat sp. Gew. 4,163:	Zersetzungsproduct abzüglich 1,04 % Granat:
SiO_2	37,61	28,20
Al_2O_3	22,70	22,31
Fe_2O_3	—	—
FeO	33,83	19,11
MnO	1,12	—
MgO	3,61	17,68
CaO	1,44	0,48
Na_2O	—	0,72
K_2O	—	1,03
H_2O	—	10,90
	100,31	100,43

Hieraus ergeben sich die Molekularverhältnisse;

	SiO_2	:	Al_2O_3	:	RO	:	H_2O
Granat =	3	:	1,05	:	2,88		
Zersetzungsprod. =	4	:	1,84	:	6,25	:	5,08

Die Zusammensetzung des Granats stimmt ziemlich gut mit der theoretischen überein, diejenige des Chlorits dagegen angenähert mit der des Aphrosiderits. Die Veränderungen sind demnach nahezu dieselben, wie diejenigen, welche den Granat vom Obern-See betroffen haben.

Ref.: E. S. Dana.

15. Edward S. Dana (in New Haven): **Brookit von Magnet Cove, Arkansas** (Americ. Journ. Sc. October 1886, **32**, 314). Der Verf. unterzog das in der Sammlung des Herrn C. S. Bement befindliche, reichhaltige und wohl beste Material von Brookitkrystallen dieses Fundorts einer Bearbeitung. Wie an andern Fundorten, so zeigt auch hier der Brookit bei relativ geringer Formenzahl eine ungemein wechselnde Ausbildung. Im Grossen und Ganzen ergaben sich zwei Haupttypen, nämlich vorwaltend primatisch und vorwaltend pyramidal ausgebildete Krystalle, welche aber wieder, je nach Art und Anzahl der in Combination tretenden Flächen, verschiedene Abstufungen aufweisen. Diese Variation im Habitus bringt der Verf. durch 26 seiner Abhandlung beigegebene Figuren zur Anschauung. Zu den bekannten Flächen fand der Verf. noch die neue $\varphi(120)\infty\breve{P}2$ und die bislang nur von Groth und Bücking am Brookit des Maderanerthals beobachtete Fläche $q(234)\frac{3}{4}\breve{P}\frac{3}{2}$. Erstere Fläche zeigte ein Krystall der Combination (120), (110), (210), (100), (122), (124), (112), welcher, dem prismatischen Typus angehörig, (110) und (120) ungefähr gleich gross entwickelt zeigt. Gemessen wurde $(120):(\bar{1}20) = 62^0\,1'$ (berechnet nach v. Kokscharow $61^0\,26'$). Die Fläche q ergab sich aus dem Zonenverband. Die Krystalle des einfachsten Habitus, nur (110) und (122) zeigend, welcher sich an den relativ grossen Kry-

stallen findet und welcher grosse Aehnlichkeit mit der einfachsten Rutilcombination besitzt, sind es hauptsächlich, welche die bekannte Paramorphose nach Rutil zeigen. Unter denen von pyramidalem Habitus sind es namentlich jene mit vorherrschendem (122). Den bekannten hexagonal-pyramidalen Habitus zeigen besonders jene Krystalle, welche in dichten Quarz eingewachsen waren. Der Verf. beobachtete auch einige Krystalle, welche statt der gewöhnlichen tiefschwarzen Farbe des Brookit dieser Localität eine braunrothe aufweisen.

Ref.: Fr. Grünling.

16. F. W. Clarke (in Washington): **Untersuchung der Lithionglimmer** (Amer. Journ. Sc. Nov. 1886, **32,** 353—361). Im westlichen Theile des Staates Maine existiren innerhalb eines Gürtels von 40 Meilen Länge zahlreiche Fundorte, wie Rumford, Paris, Norway, Hebron und Auburn, wo eine Reihe von Gängen eines albitführenden Granits auftreten, welche Lithionglimmer und gefärbte Turmaline enthalten. Mit diesen Mineralien findet sich noch Quarz, Muscovit, Clevelandit, Zinnerz, Amblygonit und verschiedene andere Species.

Der Lepidolith von Rumford ist lilapurpurroth, theilweise feinkörnig, jedoch häufiger noch von gröberer Structur und dicht durchsprengt mit rothem, zuweilen auch, jedoch seltener, mit grünem Turmalin, und mit grossen Mengen Spodumen.

Der Lepidolith von Hebron ist grobkörnig und durch einen, von Johnson und Allen nachgewiesenen Cäsium- und Rubidiumgehalt bemerkenswerth. Mit demselben vergesellschaftet findet sich rother und grüner Turmalin, der zuweilen, unter Erhaltung der Form, in ein weiches talkartiges Mineral umgewandelt ist, dessen spec. Gew. T. M. Chatard zu 2,87 bestimmte. Eine von Herrn R. B. Riggs ausgeführte Analyse ergab, dass dieses Zersetzungsproduct ein kalihaltiger, dem Damourit nahestehender Glimmer ist:

SiO_2	43,90
Al_2O_3	38,71
Fe_2O_3	0,58
FeO	0,25
MnO	0,04
CaO	0,41
MgO	0,05
Na_2O	1,05
K_2O	10,92
H_2O	4,25
Fl	kein
B_2O_3	Spur
	100,16

Der Lepidolith von Norway ist theilweise blassbraun und feinkörnig, theilweise grobkörniger und weiss. Mit ihm vergesellschaftet ist ein Turmalin von dunkelölgrüner Farbe, und auf manchen Stücken ein rosenrother, erdiger Thon. Eine Analyse dieses letzteren, ausgeführt von Herrn Riggs, ergab, dass derselbe in seiner Zusammensetzung sich dem Cimolit nähert, aber wahrscheinlich nicht ganz rein ist:

SiO_2	66,86
Al_2O_3	22,23
Fe_2O_3	0,47
FeO	0,18
MnO	0,07
CaO	0,42
MgO	0,33
Li_2O	0,29
Na_2O	0,46
K_2O	0,18
H_2O	8,26
Fl	0,06
	99,81

Die Gänge von Auburn lieferten edle Turmaline, meist von blasseren Farben (siehe diese Zeitschr. **10**, 313), sowie schöne Apatite, und krystallisirten, purpurrothen Lepidolith, theils von grobkörniger Structur, theils als Umsäumung von Muscovitplatten. Die Analysen dieser beiden Varietäten, welche Herr Riggs ausführte, finden sich unten unter E. und D. Eine Analyse des Muscovits ergab:

SiO_2	44,48
Al_2O_3	35,70
Fe_2O_3	1,09
FeO	1,07
MnO	Spur
CaO	0,10
MgO	Spur
Li_2O	Spur
Na_2O	2,41
K_2O	9,77
H_2O	5,50
Fl	0,72
	100,84
Dem *Fl* äquiv. *O*	0,30
	100,54

In nachstehender Zusammenstellung sind die von Herrn Riggs ausgeführten Analysen der Lepidolithe dieser Fundorte wiedergegeben.

	A. Rumford (roth)	B. Paris (blättrig)	C. Hebron (körnig)	D. Auburn (Umsäum.)	E. Auburn (körnig)	F. Norway (weiss)	G. Norway (braun)
SiO_2	51,52	50,92	48,80	49,62	51,11	49,52	50,17
Al_2O_3	25,96	24,99	28,30	27,30	25,26	28,80	25,40
Fe_2O_3	0,31	0,30	0,29	0,31	0,20	0,40	0,87
FeO	nicht best.	0,23	0,09	0,07	0,07	0,24	0,45
MnO	0,20	Spur	0,08	0,55	0,17	0,07	0,23
CaO	0,16	Spur	0,10	—	0,12	0,13	nicht best.
MgO	0,02	Spur	0,07	—	0,01	0,02	nicht best.
Li_2O	4,90	4,20	4,49	4,34	4,98	3,87	4,03

	A. Rumford (roth)	B. Paris (blättrig)	C. Hebron (körnig)	D. Auburn (Umsäum.)	E. Auburn (körnig)	F. Norway (weiss)	G. Norway (braun)
Na_2O	1,06	2,11	0,74	2,17	1,43	0,13	13,40
$(KRbCs)_2O$	11,01	11,38	12,21	11,19	12,25	12,63	
H_2O	0,95	1,96	1,73	1,52	0,94	1,72	2,02
Fl	5,80	6,29	4,96	5,45	6,57	5,18	5,05
Dem	101,89	102,38	101,86	102,52	103,11	102,71	101,62
Fl äquiv. O	2,44	2,64	2,02	2,29	2,76	2,18	2,13
	99,45	99,74	99,84	100,23	100,35	100,53	99,49

Bezüglich des Cäsium- und Rubidium-Gehaltes bieten die Lepidolithe von Maine einige Unterschiede dar. Derjenige von Rumford ergab bei der gewöhnlichen Analyse nichts der beiden genannten Elemente; eine specielle Prüfung auf Alkalien mit 150 g Substanz ergab jedoch eine spectroskopisch nachweisbare Spur Rubidium. Der Lepidolith von Paris zeigte Spuren beider Metalle, diejenigen von Hebron, Norway und Auburn dagegen erwiesen sich etwas reicher an denselben. Eine ungefähre Bestimmung ergab:

	Hebron (körnig)	Norway (weiss)	Auburn (körnig)	Auburn (Umsäumungen)
K_2O	11,44	8,82	10,51	8,03
Rb_2O	0,77	3,73	1,29	2,44
Cs_2O		0,08	0,45	0,72
	12,21	12,63	12,25	11,19

Diese Analysen führen zu der allgemein angenommenen Formel $Li K Al_2 Fl_2 Si_3 O_9$. In Anbetracht der reciproken Schwankungen im Wasser- und Fluorgehalt nimmt der Verf. eine Vertretung des letzteren durch OH an und berechnet demnach folgende theoretische Zusammensetzung:

	Berechnet:		Gefunden (Riggs):
$Si O_2$	49,18		48,80 bis 51,52
$Al_2 O_3$	27,87		24,99 - 28,80
$Li_2 O$	4,09		3,87 - 4,98
$K_2 O$	12,81	$(Na.K.Rb.Cs)_2 O$	12,07 - 13,68
Fl	9,84	$(Fl.H_2 O)$	6,69 - 8,25

II. Eisen-Lithionglimmer von Cap Ann. In den Granitbrüchen von Rockport, nahe der Spitze des Cap Ann, Massachusetts, werden zuweilen Feldspathadern angetroffen, in welchen seltene Mineralien, wie Danalith, Cyrtolith, Fergusonit und Amazonenstein mit einigen eigenthümlichen Glimmern zusammen gefunden werden. Einer dieser letzteren wurde von Cooke 1867 als »Kryophyllit« beschrieben, während ein mit ersterem vergesellschafteter und von demselben Autor analysirter Glimmer von Dana als »Annit« bezeichnet wurde. Die Untersuchung des Materials von diesem Fundorte ergab dem Verf. zwei verschiedene typische Glimmer; einen dunkelgrünlich-schwarzen Lithionglimmer, Kryophyllit, und einen schwarzen, glänzenden Lepidomelan. Der erstere bildet zuweilen Umsäumungen der breiten Platten des andern Glimmers, ähnlich dem Lepidolith von Auburn.

Das Ansehen des Kryophyllits variirt beträchtlich und beziehen sich die nachstehenden, von Riggs ausgeführten Analysen, auf drei wohl ausgeprägte Typen, nämlich:

A. breitblättrig, glänzend, schwärzlichgrün;

B. heller, dunkelgrün, schwach glänzend, anscheinend zersetzt;

C. Aggregat kleiner, sechsseitiger Prismen, dunkelgrün, meist von körnigem Ansehen, manchen Chloriten gleichend.

Die folgenden Zahlen sind Mittelwerthe.

	Kryophyllit: A.	B.	C.	Cooke's Analyse:
SiO_2	51,96	51,46	52,17	51,49
Al_2O_3	16,89	16,22	16,39	16,77
Fe_2O_3	2,63	2,21	4,11	1,97
FeO	6,32	7,63	5,99	7,98
MnO	0,24	0,06	0,32	Mn_2O_3 0,34
CaO	0,12	Spur	Spur	—
MgO	0,03	0,17	Spur	0,76
Li_2O	4,87	4,81	4,99	4,06
Na_2O	0,87	0,89	0,63	Spur
K_2O	10,70	10,65	10,48	13,15
H_2O	1,31	1,12	1,46	—
Fl	6,78	7,44	7,02	$SiFl_4$ 3,42
	102,72	102,66	103,56	99,94
O	2,86	3,11	2,95	
	99,86	99,55	100,61	

Der Verf. hält den Kryophyllit für eine selbständige, mit dem Zinnwaldit nicht zu vereinigende Species, deren Formel folgendermassen zu schreiben ist: $\overset{I}{R}_6 Al_2 Fl_2 (SiO_3)_5$.

Die Analyse des bleitblättrigen, schwarzen, glänzenden und sehr reinen Lepidomelans oder »Annits« führte Herrn Riggs zu folgendem Resultat:

	Annit: Riggs	Cooke
SiO_2	31,96	39,55
TiO_2	3,42	—
Al_2O_3	11,93	16,73
Fe_2O_3	8,06	12,07
FeO	30,35	17,48
MnO	0,21	0,60 (Mn_2O_3)
CaO	0,23	—
MgO	0,05	0,62
Li_2O	Spur	0,59
Na_2O	1,54	Spur
K_2O	8,46	10,66
H_2O	4,25	1,50
Fl	Spur	0,62 ($SiFl_4$)
	100,46	100,42

Wie ein Vergleich mit der beigesetzten Cooke'schen Analyse lehrt, war das verwendete Material ein sehr verschiedenes. Wird die SiO_2 mit TiO_2, ferner das Fe_2O_3 mit Al_2O_3 vereinigt, ein Theil des Fe_2O_3 aber auch als aus der Oxydation des FeO entstanden angenommen, so berechnet sich die Formel des Annit wie folgt:

Annit von Cooke $\overset{I}{R}_8\ Al_4(SiO_4)_5$,
– – Riggs $\overset{I}{R}_{14}\,Al_2(SiO_4)_5$.

Im ersteren entspricht $\overset{I}{R}_8$ annähernd $K_2H_2\overset{II}{Fe}_2$, im letzteren entsprechen diese Bestandtheile $K_2H_4Fe_4$. Die Werthe bedingen folgende procentische Zusammensetzung:

	Cooke:	Riggs:
SiO_2	39,5	36,6
Al_2O_3	26,8	12,4
FeO	18,9	35,1
K_2O	12,4	11,5
H_2O	2,4	4,4
	100,00	100,00

Die Art des Zusammenvorkommens des Kryophyllits und Annits, ähnlich dem des Lepidoliths und Muscovits (der eine bildet Umsäumungen auf Platten des andern), zeigt, dass eine gleichartige Beziehung zwischen diesen beiden Paaren von Mineralien bestehen muss. Von diesem Gedanken geleitet, stellt der Verf. eine Anzahl Structurformeln auf, welche diese Beziehungen zum Ausdruck bringen sollen.

Ref.: E. S. Dana.

17. Th. M. Chatard (in Washington): **Lucasit, eine neue Varietät des Vermiculit** (Americ. Journ. Sc. November 1886, **32,** 375—377). Der Lucasit stammt von der Korundfundstätte zu Korundum Hill, Macon Co., Nord-Carolina. Er ist von gelbbrauner Farbe, von halbmetallischem bis fettigem Glanz und bildet kleinblättrige bis dichte Partien, mit Aktinolith verwachsen. Sein spec. Gew. = 2,613. Optisch negativ, zweiaxig mit kleinem Axenwinkel.

Nr. 1 und 2 sind Analysen von luftrockenem Material,
Nr. 3 Mittelzahlen,
Nr. 4 Mittelzahlen, berechnet auf die bei 110⁰ getrocknete Substanz.

	1.		2.	3.	4.
H_2O bei 110⁰	3,78		(3,78)	3,78	—
H_2O bei 130⁰ und Rothgluth	6,98		(6,98)	6,98	7,22
SiO_2	39,89		39,74	39,81	41,17
Al_2O_3	12,88	= 18,82	19,04	12,99	13,43
Cr_2O_3	0,54			0,54	0,56
Fe_2O_3	5,29			5,29	5,47
FeO	0,11			0,11	0,11
MnO	0,05		0,05	0,05	0,05
CaO	0,14		0,13	0,14	0,14
MgO	24,88		24,78	24,83	25,68
K_2O	5,76		(5,76)	5,76	5,96
Na_2O	0,20		(0,20)	0,20	0,21
	100,50		100,46	100,48	100,00

Nr. 4 giebt das Molekularverhältniss:

SiO_2	:	R_2O_3	:	RO	:	R_2O	:	H_2O
2,75	:	1,03	:	1,29	:	0,14	:	0,80
2,75	:			2,46			:	0,80
0,7	:			0,6			:	0,2

Die Wasserbestimmungen ergaben folgende Werthe, von denen die eingeklammerten aus der Differenz, die andern durch directe Wägung erhalten wurden:

					Mittel:
H_2O bei 110°	3,87	3,81	3,72	3,72	3,78
H_2O – 130°	0,12	7,04	(6,95)	(7,00)	6,98
H_2O – Rothgluth	(6,83)				
	10,82	(10,85)	10,67	10,72	10,76

Um die Beziehungen des Lucasits zu den anderen Gliedern dieser Gruppe darzulegen, giebt der Verf. folgende, Cooke's bekannter Arbeit (Proc. Am. Acad. 1875, 461) entnommene, Tabelle.

	SiO_2 :	$(R_2O_3 + RO + R_2O)$:	H_2O		
Hallit	2,42 :	2,41	: 1,47	= 8 : 8 : 5	= 32 : 32 : 20
»Lerni«	2,54 :	2,50	: 1,30	= 2 : 2 : 1	= 40 : 40 : 20
Pelhamit	2,75 :	2,46	: 1,26	= 9 : 8 : 4	= 45 : 40 : 20
Culsageeit	2,50 :	2,66	: 1,23	= 2 : 2 : 1	= 40 : 40 : 20
Jefferisit	2,56 :	2,53	: 1,17	= 9 : 9 : 4	= 45 : 45 : 20
»Milbury«	2,38 :	2,74	: 1,14	= 8 : 9 : 4	= 40 : 45 : 20
Lucasit	2,75 :	2,46	: 0,80	= 7 : 6 : 2	= 70 : 60 : 20

Die Zahlen beziehen sich auf bei 100° C. getrocknetes Material.

Ref.: E. S. Dana.

18. W. G. Brown (in Lexington, Virg.): **Krystallographische Notizen** (Americ. Journ. Sc. **32**, 377—380). Der Verf. beschreibt künstliche Kupferkrystalle, welche sich in einer Calland'schen Batterie an dem von der Kupferplatte kommenden Drahte, dessen Isolirung schadhaft geworden war, gebildet hatten. Die Krystallgruppen stellen kräftige Stalaktiten mit drusiger Oberfläche dar, sind ungefähr 30 mm lang (25 mm zu 15 m Br.) und wiegen nahe 20 g.

Die in Berührung mit dem Zink zuerst abgesetzten oberen Theile der Masse bestehen aus schwammigem, dendritischem Kupfer von lockerer, faseriger Textur, dunkel chocoladerother Farbe und metallischem Glanz. Dieser Theil besitzt sehr wenig Zusammenhang und ist sehr zerreiblich.

Um denselben, in concentrischer Lage, haben sich Krystalle von Cuprit, gemengt mit deutlich krystallisirtem, compacterem Kupfer, welches die äusseren Schichten bildet, abgesetzt. Die späteren und grösseren Theile der Masse bestehen aus scharf umgrenzten Kupferkrystallen von gewöhnlicher Farbe und Glanz. Die an denselben beobachteten Flächen sind das Oktaëder und das Hexaëder, ersteres vorherrschend; die Krystalle sind dabei sehr häufig verzerrt.

Die Mehrzahl derselben sind complicirte Verwachsungen von fünf Krystallen, analog den von Lasaulx beschriebenen. Manche sind auch Verwachsungen von sechs Krystallen und gleichen den polysynthetischen, von Strüver beschriebenen

Spinell-Zwillingen. Der vorkommende Cuprit, welcher dunkelrothe Krystalle der Combination O, $\infty O \infty$ bildet, scheint sich gebildet zu haben, als die Verdunstung in der Zelle das Niveau des zu oberst abgeschiedenen Kupfers erreicht hatte.

Der Verf. erwähnt ferner die Bildung von Cupritkrystallen auf einem Löffel aus sog. »german silver«, welcher unter den metallischen Ueberresten eines Feldlagers aus dem Kriege 1863 zu Morris Island, Süd-Carolina, aufgefunden wurde. An derselben Stelle traf man auch krystallisirtes Bleicarbonat (Cerussit) als Rinde um Gewehrkugeln an, und ist die Bildung des letzteren wahrscheinlich beschleunigt worden durch die Einwirkung des Salpeters des Schiesspulvers, da die Patronen nicht verfeuert waren.

Ref.: E. S. Dana.

19. S. L. Penfield und **D. N. Harper** (in New Haven): **Ueber die chemische Zusammensetzung des Ralstonit** (Americ. Journ. Sc. Nov. 1886, **32**, 380—385). Vor mehreren Jahren machte Penfield eine Partial-Analyse des grönländischen Ralstonits, deren Resultat er nun, zum Vergleich mit demjenigen von Nordenskiöld*) und Brandl**), veröffentlicht.

	Nordenskiöld:	Penfield:	Brandl:
Mg	5,52	4,29	3,56
Na	5,66	4,12	5,50
K	Spur	0,11	—
Ca	1,99	1,67	1,53
Al	22,94	22,33	22,14
H_2O	14,84	18,41	10,00
Fl	—	—	57,12
	49,95		99,85

Penfield und Harper haben den Gegenstand nun neuerdings wieder aufgegriffen. Durch Trennung mittelst der Thoulet'schen Lösung gelang es, genügend reines Material zu erhalten; hierbei ergaben sich die spec. Gewichte des Kryolith zu 2,974, des Thomsenolith zu 2,979 und das des reinen Ralstonit zu 2,560. Der Gang der Analyse ist ausführlichst angegeben. Das Wasser wurde direct bestimmt. Das von Fresenius abgeänderte Wöhler'sche Verfahren zur Bestimmung des Fluors, welches auch Brandl in seiner Arbeit anwandte, erklären die Verff. für ungenügend. Während Brandl fand, dass die Zersetzung des Minerals bei 145° C. beginnt und bei 160° C. beendet ist, fanden die Verff., dass selbst nach sechs- bis achtstündigem Erwärmen auf die letztere Temperatur noch nicht alles Fluor als Fluorsilicium entfernt ist und dass die grösste Menge des so zu erhaltenden Fluors ungefähr 31 % beträgt. Die Verff. wählten daher zur Bestimmung des Fluors die Berzelius'sche Methode (Schmelzen mit kohlensaurem Kali-Natron und Kieselsäure), deren Verlässlichkeit sie durch Probeanalysen mit reinem Kryolith feststellten. Die analytisch gefundenen Werthe sind:

*) Geol. Fören. i. Stockholm. Förhandl. 1874, **11**, 81.
) Annal. d. Chemie **213, 7. Diese Zeitschr. **7**, 471.

			Mittel:	Atomverhältniss:		
Mg	4,46	4,31	4,39	0,183		
Na	4,25	4,27	4,26	0,093	0,278	1,00
K	0,12	0,12	0,12	0,002		
Ca	0,03	—	0,03			
Al	24,23	24,27	24,25		0,882	3,17
Fl	39,76	40,05	39,91		2,101	7,56
H_2O	18,72	18,74	18,73			
			91,70			

Das Verhältniss von (Mg, Na_2, Ka_2) : *Al* ist demnach nahezu gleich 1 : 3; während das Verhältniss des zur Sättigung dieser Metalle erforderlichen Fluors = 11 wäre, wurde nur 7,56 gefunden. Die Verff. schliessen daraus, dass ein Theil des Fluors durch Hydroxyl ersetzt ist. Dem Verhältniss $(Mg Na_2 Ka_2) : Al : (Fl + OH) = 1 : 3 : 11$ entsprechen aber 16,27 % *HO* oder 8,61 % H_2O; der Rest (10,12 %) des gefundenen Wassers würde zwei Molekülen Krystallwasser entsprechen und die Formel wäre somit: $(Mg, Na_2) Al_3 (Fl, OH)_{11} . 2H_2O$. Unter Berücksichtigung dieser Verhältnisse gestaltet sich die Analyse folgendermassen:

		Atomverhältniss:		
Mg	4,39	0,183		
Na	4,27	0,093	0,278	1,00
K	0,12	0,002		
Ca	0,03			
Al	24,25		0,882	3,17
Fl	39,91	2,101	3,058	11,00
OH	16,27	0,957		
H_2O	10,12		0,562	2,02
	99,36			

Zur Unterstützung dieser Ansicht über die Zusammensetzung des Ralstonits beschreiben die Verff. noch folgende Experimente. Wird das Mineral im Glasrohr sehr vorsichtig erwärmt, so entwickelt sich zuerst neutrales und erst beim stärkeren Erhitzen saures Wasser. Das erstere ist zweifelsohne Krystallwasser, nach dessen Austreibung erst das Hydroxyl zersetzt und Flusssäure gebildet wird. Beim Erhitzen des lufttrockenen Pulvers im Luftbad, bei einer 250° C. nicht überschreitenden Temperatur, erfährt das Mineral einen Gewichtsverlust von 10,37 %; das Wasser geht jedoch nur sehr langsam hinweg und musste der Versuch über eine Woche fortgesetzt werden, bis endlich während der letzten drei Tage das Gewicht sehr constant blieb.

Betrachtet man diese 10,37 % als Krystallwasser, so entspräche der Ueberrest von 8,36 % oder 15.78 *HO* ziemlich genau dem in letzter Analyse geforderten Hydroxyl. Die Verff. besprechen ferner die früheren, oben angeführten Analysen dieses Minerals und betonen nachdrücklichst die vorzügliche Reinheit des von ihnen benutzten Materials, von dem nur dasjenige mit dem spec. Gew. zwischen 2,611 und 2,551 verwendet wurde. Das Calcium wird nicht als zur Constitution des Ralstonit gehörig, sondern als von einer geringen Beimengung von Thomsenolith herrührend betrachtet. Die angeführten Analysen rechneten sie deshalb unter dieser Voraussetzung folgendermassen um:

	Nordenskiöld:	Penfield:	Brandl:	Berechnet für $(Mg\,Na_2)\,Al_3\,F_{11}.2H_2O$:
Thomsenolith	11,07	9,28	8,51	—
Mg	6,20	4,29	3,90	4,46
Na	3,95	4,27	5,05	4,27
Al	24,27	21,19	23,06	22,99
Fl	—		57,68	58,25
H_2O	15,68	19,46	10,17	10,03
			99,85	100,00

Atomverhältniss: $(Mg\,Na_2) : Al = 1,17 : 3$ $\quad 1,06 : 3 \quad 0,97 : 3.$

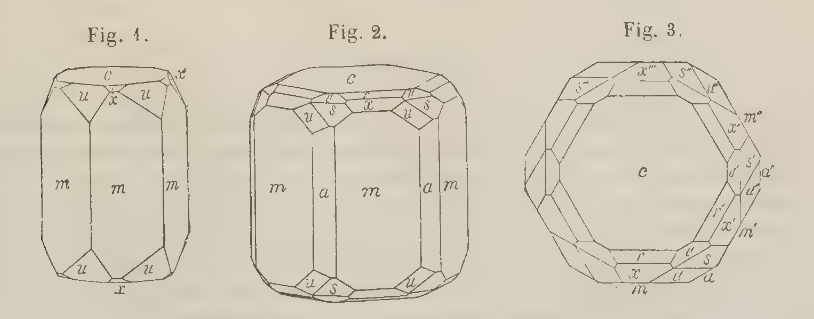
Einen kurzen Bericht über das mikroskopische Verhalten des Ralstonit geben die Verff. am Schluss der Abhandlung. Auch sie fanden die bereits früher beschriebene zonale Structur mit schwacher Doppelbrechung.

Ref.: E. S. Dana.

20. S. L. Penfield (in New Haven): **Krystallisirter Vanadinit von Arizona und New Mexico** (Americ. Journ. Sc. December 1886, **32**, 441—443). Das untersuchte Material besteht aus sehr kleinen, selten über 1 mm grossen Krystallen von tief rother Farbe, deren Fundort die Black Prince Mine, Pinal Co., Arizona, ist. Die Kryställchen zeigen öfters die für diese Mineralgruppe charakteristische pyramidale Hemiëdrie; die an denselben beobachteten Formen sind: $m(10\bar{1}0)\infty P$, $a(11\bar{2}0)\infty P2$, $h(21\bar{3}0)\infty P\frac{3}{2}$, $c(0001)0P$, $r(10\bar{1}2)\frac{1}{2}P$, $x(10\bar{1}1)P$, $y(20\bar{2}1)2P$, $v(11\bar{2}2)P2$, $s(11\bar{2}1)2P2$, $u(21\bar{3}1)\frac{1}{2}(3P\frac{3}{2})$.

Die Form *h* wurde bereits von Vrba an Krystallen von Kappel, die Form *u* von Websky an solchen von Cordoba beobachtet (s. diese Zeitschr. **4**, 353 und **5**, 542).

Die häufigste Combination ist in Fig. 1 dargestellt, während Fig. 2 und 3 eine flächenreichere veranschaulichen.



Das aus den besten Messungen $a : s = (11\bar{2}0):(11\bar{2}1) = 35^0\,6\frac{1}{2}'$ erhaltene Axenverhältniss, $a : c = 1 : 0,71121$, stimmt recht gut mit dem von Schabus (Pogg. Ann. **100**, 297) erhaltenen $a : c = 1 : 0,71157$ überein, ebenso mit dem von Vrba angegebenen $a : c = 1 : 0,71217$. Die gemessenen und berechneten Winkel sind:

	Gemessen:	Berechnet: Vrba	Penfield
$a : v(11\bar{2}0):(11\bar{2}2)$	= 54° 30′	54° 33′	54° 35′
$m : r(10\bar{1}0):(10\bar{1}2)$	= 67 42	67 39	67 41
$m : x(10\bar{1}0):(10\bar{1}1)$	= 50 33	50 34	50 36
$m : y(10\bar{1}0):(20\bar{2}1)$	= 31 20	31 18	31 20
$x : x(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$	= 37 2	37 2	37 0
$x : s(10\bar{1}1):(11\bar{2}1)$	= 26 36	26 38	26 36
$s : u(11\bar{2}1):(21\bar{3}1)$	= 14 0	14 2	14 1
$m : u(10\bar{1}0):(21\bar{3}1)$	= 30 55	30 50	30 52
$c : u(0001):(21\bar{3}1)$	= 65 17	65 19	65 17
$m : h(10\bar{1}0):(21\bar{3}0)$	= 19 9	19 6	19 6

Die Krystalle enthalten nur eine Spur As_2O_5.

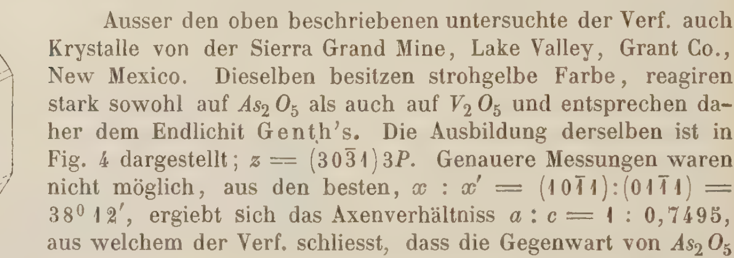


Fig. 4.

Ausser den oben beschriebenen untersuchte der Verf. auch Krystalle von der Sierra Grand Mine, Lake Valley, Grant Co., New Mexico. Dieselben besitzen strohgelbe Farbe, reagiren stark sowohl auf As_2O_5 als auch auf V_2O_5 und entsprechen daher dem Endlichit Genth's. Die Ausbildung derselben ist in Fig. 4 dargestellt; $z = (30\bar{3}1)3P$. Genauere Messungen waren nicht möglich, aus den besten, $x : x' = (10\bar{1}1):(01\bar{1}1) =$ 38° 12′, ergiebt sich das Axenverhältniss $a : c = 1 : 0{,}7495$, aus welchem der Verf. schliesst, dass die Gegenwart von As_2O_5 die Länge der Hauptaxe wahrscheinlich stark verändert. Die erhaltenen Winkelwerthe sind:

		Berechnet: Endlichit	Vanadinit (Penfield)
$x : x''' = (10\bar{1}1):(\bar{1}011)$	= 82° 3′	81° 45′	78° 47′
$x : y' = (20\bar{2}1):(02\bar{2}1)$	= 51 51	51 18	50 34
$x : y = (10\bar{1}1):(20\bar{2}1)$	= 18 25	19 7	19 16
$x : z = (10\bar{1}1):(30\bar{3}1)$	= 27 44	28 3	28 31

Ref.: E. S. Dana.

21. W. E. Hidden (in Newark, N. J.): **Smaragd und Hiddenit von Nord-Carolina** (Americ. Journ. Sc. December 1886, **32**, 483). Der Verf. erwähnt den Fund einiger grosser Hiddenit (Spodumen)-Krystalle in Alexander Co., N. C. Der grösste misst $2\frac{3}{4}$ Zoll und besitzt am Ende eine schöne smaragdgrüne Farbe, während der übrige Theil gelblichgrün ist. An derselben Stelle fanden sich auch einige schöne Smaragde. Der grösste, 3 Zoll lang, $1\frac{3}{4}$ Zoll breit und ca. 9 Unzen schwer, ist von schöner Farbe, sämmtliche Krystalle sind nur theilweise durchsichtig, sind aber die schönsten, welche bis jetzt hier gefunden wurden. Sie zeigen die Formen $c(0001)0P$ glänzend, $(10\bar{1}0)\infty P$, $(10\bar{1}1)P$, $(11\bar{2}1)2P2$, sowie eine stumpfe Pyramide zweiter Ordnung, welche eine feine horizontale Streifung besitzt. [Ref. hat diese Pyramide mit folgendem Resultat gemessen: $(0001) : \omega =$ 4° 27′, 4° 38′, 4° 49′; ferner $\omega = \omega'$ anliegend = 4° 24′; hieraus folgt das Symbol $(1.1.\bar{2}.12)\frac{1}{6}P2$, welches erfordert: $c : \omega = (0001):(1.1.\bar{2}.12) =$ 4° $44\frac{1}{2}$′ und $\omega : \omega' = (1.1.\bar{2}.12):(\bar{1}.2.\bar{1}.12) =$ 4° 44′.]

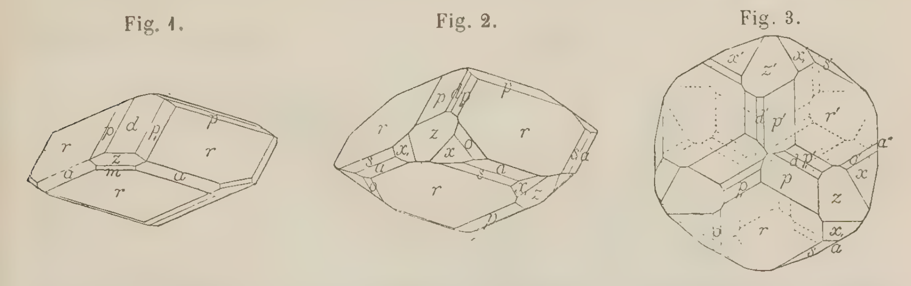
Ref.: E. S. Dana.

22. **S. L. Penfield** (in New Haven): **Phenakit von Colorado,** mit Bemerkungen über die Localität Topaze Butte von W. B. Smith (Americ. Journ. Sc. Februar 1887, **33**, 130). Das Vorkommen des Phenakits in Colorado wurde bereits von Cross und Hillebrand (diese Zeitschr. **7**, 431) und von Hidden (ebenda **12**, 507) erwähnt. Eine krystallographische Beschreibung gab Des Cloizeaux (ebenda **12**, 507). Die von obigen Autoren beschriebenen Krystalle stammen zum Theil von Topaz Butte in der Nähe von Florissant, 16 Meilen von Pike's Peak, anderntheils vom Mount Antero, Chaffee Co., 55 Meilen von Topaz Butte und 65 Meilen südlich vom Westen des Pike's Peak. Zu Florissant finden sich die Krystalle auf Amazonit aufgewachsen, theilweise auch in denselben oder in Albit eingewachsen. In ihrem Habitus sind dieselben linsenförmig, wie die in ähnlicher Mineralassociation vorkommenden uralischen Krystalle. Beobachtete Formen:

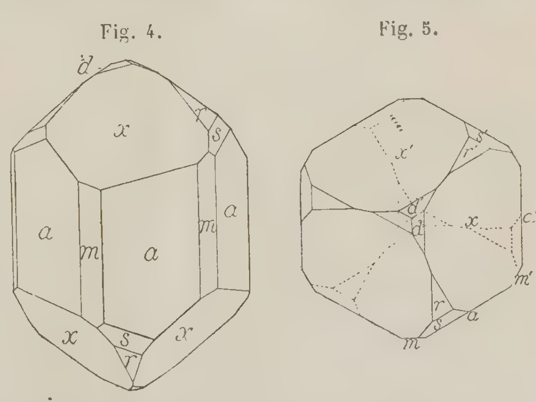
Rhomboëder 1. Ordn.	Rhomb. 2. Ordn.	Rhomb. 3. Ordn.	Prismen
$r(10\bar{1}1)+R$	$p\,(11\bar{2}3)\frac{2}{3}P2r$	$x\,(\bar{1}3\bar{2}2)-\frac{2}{3}P\frac{3}{2}r$	$a\,(11\bar{2}0)\infty P2$
$z(01\bar{1}1)-R$	$p_{,}(2\bar{1}\bar{1}3)\frac{2}{3}P2l$	$x_{,}(12\bar{3}2)-\frac{3}{2}P\frac{3}{2}l$	$m(10\bar{1}0)\infty P$
$d(01\bar{1}2)-\frac{1}{2}R$	$o\,(4\bar{2}\bar{2}3)\frac{4}{3}P2l$	$s\,(21\bar{3}1)+3R\frac{3}{2}r$	
$\mu(02\bar{2}1)-2R$			

Hierzu fügte Des Cloizeaux noch ein Prisma $k(41\bar{5}0)\infty P\frac{5}{4}$ und eine neue Form $z(13\bar{4}4)-P\frac{4}{3}l$.

Das Ansehen der Krystalle veranschaulicht Fig. 1 und 2, sowie in Projection auf die Basis Fig. 3. Die in Fig. 1 abgebildeten Krystalle stammen aus dem Albit,


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

diejenigen der Fig. 2 aus dem Amazonit. Die Lage der tetartoëdrischen Flächen zu derjenigen des positiven Grundrhomboëders, wie sie aus den Figuren zu ersehen ist, ist die dieselbe wie bei den von v. Kokscharow abgebildeten Krystallen.


Fig. 4. Fig. 5.

Die Krystalle von Mount Antero (14000 Fuss hoch) wurden in einer Höhe von 12000 Fuss in Gesellschaft von Beryll, Quarz und Feldspath aufgefunden. In drei schönen Aquamarinkrystallen waren Phenakite eingewachsen, welche den in Fig. 4 und 5 dargestellten Habitus zeigten. Die Endigung wird gebildet von dem Rhomboëder der 3. Ordnung $x(\bar{1}3\bar{2}2)-\frac{2}{3}P\frac{3}{2}r$, die Flächen des Grundrhomboëders sind

sehr schmal und an der Spitze erscheinen die Flächen des negativen Rhomboëders d. Die Prismenflächen sind vertical gestreift, während die s-Flächen eine Streifung parallel der Kante $s : a$ aufweisen. Krystalle vom selben Habitus beschrieb Websky (diese Zeitschr. 7, 107). Es ist gewiss eine interessante Thatsache, dass die, ebenfalls mit Beryll zusammen vorkommenden Krystalle von Katharinenburg denselben prismatischen Habitus zeigen. Den nachstehenden Messungen sind zum Vergleich die aus den v. Kokscharow'schen Grundwerthen $(10\bar{1}1):(\bar{1}101) = 63^0 24'$ und $a : c = 1 : 0,66106$ berechneten Werthe beigesetzt.

	Linsenförm. Kryst. von Topaz Butte:	Prismat. Krystalle Mt. Antero:	Berechnet: Kokscharow
$r : r\ (10\bar{1}1):(\bar{1}011)$	$= 63^0 14'$	$63^0 24'$	$63^0 24'$
$r : d\ (10\bar{1}1):(01\bar{1}2)$	= 31 40	31 30	31 42
$r : p\ (10\bar{1}1):(11\bar{2}3)$	= 20 4	—	20 4
$r : o\ (10\bar{1}1):(4\bar{2}\bar{2}3)$	= 19 19	—	19 18
$r : x,(10\bar{1}1):(12\bar{3}2)$	= 27 42	—	27 43
$r : s\ (10\bar{1}1):(21\bar{3}1)$	= 29 59	—	29 57
$r : a\ (10\bar{1}1):(11\bar{2}0)$	= 58 17	58 13	58 18
$d : z\ (01\bar{1}2):(01\bar{1}1)$	= 16 26	—	16 28
$z : \mu\ (01\bar{1}1):(02\bar{2}1)$	= 19 25	—	19 28
$s : a\ (21\bar{3}1):(11\bar{2}0)$	= —	28 52	28 21
$x : x,(\bar{1}3\bar{2}2):(\bar{2}\bar{1}32)$	= —	75 48	75 57

Im Anschluss an vorstehende Arbeit Penfield's giebt Herr W. B. Smith einige Notizen über die Localität von Topaz Butte.

Die Krystallfundstätten, welche gegenwärtig die grösste Anzahl der unter der Fundortsbezeichnung Pike's Peak gehenden Mineralien lieferten, liegen ungefähr 20 Meilen nördlich von diesem Berge. Diese Localität wurde aufgefunden und ausgebeutet seit ungefähr 20 Jahren.

Topaz Butte, ein steiler Berg, ungefähr 5 Meilen nördlich von Florissant gelegen, bezeichnet die südliche Grenze dieser Krystallfundstätten. Er ist der höchste einer Kette ähnlicher, kahler Granitberge, welche sich einige Meilen nach Norden erstrecken und als »Crystal Peaks« bezeichnet werden. Ein Rechteck, dessen eine Seite bei Topaz Butte beginnend, sich 6 Meilen nördlich über diese Berge ausdehnt und dessen andere Seite 3 Meilen ostwärts reicht, schliesst wohl die meisten der Fundstätten ein, aus welchen die schönen Amazonensteine und Rauchquarze entnommen worden sind.

An der westlichen Seite der »Crystal Peaks« wurden ebenfalls Drusen gefunden und zwar über eine Fläche zerstreut, welche der am östlichen Abhange etwa gleich ist, aber bei weitem nicht in der Häufigkeit wie dort. In drei solcher Drusen wurde Phenakit und Topas aufgefunden, während keines dieser Mineralien am Ostabhange gefunden wurde, obschon die Bildung und die Mineral-Association anscheinend ähnliche sind.

Eine im Jahre 1884 aufgefundene Druse an einem mit Gesteinsschutt bedeckten Abhange, $1\frac{1}{2}$ Meilen nordwestlich von Topaz Butte, lieferte das erste Exemplar von Phenakit und Topas, welches in dieser Region gefunden wurde. Dasselbe ist beschrieben worden von Cross und von W. E. Hidden.

Die mit dem Phenakit in diesen Drusen vergesellschafteten Mineralien sind: Topas, Mikroklin, Quarz (farbloser und Rauchquarz), Albit, Fluorit, Limonit (pseudom. nach Siderit), Columbit (sehr selten) und Biotit; ferner fand der Verf.

darin Fragmente von Topas, Albit, Quarz und Mikroklin mit Phenakit verwachsen. Auf einem Albitstücke waren 14 deutliche Phenakitkrystalle aufgewachsen, bei einer Oberfläche von nur ungefähr $\frac{3}{4}$ Quadratzoll.

Der grösste an dieser Localität gefundene Phenakit ist ein rauher, linsenförmiger Krystall von ungefähr 15 mm Durchmesser. Meistens sind die Krystalle farblos, doch sind jene, welche ganz im Gestein eingewachsen waren, schwach weingelb. Ein Krystall wurde beobachtet, welcher einen Stich ins Rauchblaue hatte.

Ref.: E. S. Dana.

23. A. N. Alling (in New Haven): **Topas von der Thomas Range, Utah** (Amer. Journ. Sc. Febr. 1887 [3], **33**, 146). Die Topaskrystalle finden sich in einem Rhyolith, ähnlich dem von Cross beschriebenen (diese Zeitschr. **12**, 497), der Thomas Range, 40 Meilen nördlich vom Sevier Lake, Utah. Sie sind 3—10 mm lang, vollkommen klar und farblos und von hohem Glanz der Flächen. Vicinale Formen stören zuweilen die Messungen. Der Habitus der Krystalle ist im Grossen und Ganzen der der beistehenden Figur. Die beobachteten Formen sind:

$b(010)$, $c(001)$, $m(110)$, $l(120)$, $d(201)$, $f(021)$, $y(041)$, $i(223)$, $u(111)$, $o(221)$, $e(441)$.

Als Fundamentalwinkel wurden die nachfolgenden gewählt; dieselben sind die Mittel aus zahlreichen sorgfältigen Messungen:

$$y : y' = (041):(0\bar{4}1) = 124^0 41' 45''$$
$$u : u' = (111):(\bar{1}11) = 91\ 12\ \ 0$$

Das hieraus berechnete Axenverhältniss stimmt fast vollständig überein mit demjenigen, welches von Kokscharow*) für die sibirischen Krystalle aufstellte:

$$a : b : c = 0,5285 : 1 : 0,47715 \quad \text{Utah,}$$
$$= 0,52854 : 1 : 0,47698 \quad \text{Sibirien.}$$

Die Axenverhältnisse der Topase von Ehrenfriedersdorf, Altenberg, Schneckenstein und Brasilien weichen dagegen mehr oder weniger von obigen beiden ab (vergl. Grünhut, diese Zeitschr. **9**, 113).

An einem natürlichen Prisma ergaben sich die Werthe der beiden Brechungsindices β und γ zu:

$\beta = 1,6104$ für gelb, $1,6075$ für roth
$\gamma = 1,6176$ - - $1,6148$ - -

Der Winkel der optischen Axen an einem basischen Spaltblättchen ist:

$$2E = 126^0 24' \text{ für gelb}$$
$$2V = 67\ 18 \text{ und } \alpha = 1,6072.$$

Ref.: E. S. Dana.

*) v. Kokscharow nimmt die doppelte Länge der hier angegebenen Verticalaxe.

24. Ch. Friedel (in Paris): **Krystallformen der Methylamin-Iridiumchloride** (aus: C. Vincent, sur trois nouveaux composés de l'iridium. Compt. rend. 1885, **100**, 112).

$$2H_3(CH_3)NCl.IrCl_4.$$

Kleine hexagonale (einaxige) Tafeln, braunroth.

$$2H_2(CH_3)_2NCl.IrCl_4.$$

Rhombisch.

$$a : b : c = 0,5079 : 1 : 0,4962^*).$$

Combination: $m = (110)\infty P$, $r = (101)\bar{P}\infty$, aus einer Lösung mit überschüssigem Dimethylaminchlorhydrat, nach m prismatisch; beim Umkrystallisiren aus Wasser wurden beide Formen ungefähr gleich gross und daneben noch Flächen von $b = (010)\infty\breve{P}\infty$, $n = (130)\infty\breve{P}3$ und nicht bestimmbare Pyramiden der Zonen $r : m$ und $r : b$ erhalten.

	Beobachtet:	Berechnet:
$m : m = (110):(1\bar{1}0) =$	$*53^0 51'$	—
$r : r = (101):(\bar{1}01)$	$*88\ 40$	—
$r : m = (101):(110)$	$51\ 24$	$51^0 22'$
$n : m = (130):(110)$	$18\ \ 8$	$18\ 31$

Spaltbarkeit nach $m(110)$. Farbe schön bräunlich roth, aber weniger tief, als bei dem Monomethylaminsalze.

$$2H(CH_3)_3NCl.IrCl_4.$$

Grosse reguläre Oktaëder, gleich den vorigen, aber weniger tief gefärbt.

Ref.: P. Groth.

25. A. Terreil (in ?): **Analyse und Zersetzung eines Chrysotil** (Ebenda, 251). Ein sehr feinfaseriger Chrysotil von Canada ergab:

SiO_2	37,10
MgO	39,94
FeO	5,73
Al_2O_3	Spur
H_2O	16,85
	99,62

Kochende starke Säuren entziehen dem Mineral alle Basen, während die zurückbleibende Kieselsäure die faserige Structur und Biegsamkeit vollkommen bewahrt, auch nach dem Glühen, wobei sie 9,80 % H_2O verliert; dieselbe ist doppeltbrechend und löslich in kochender Kalilauge. Die gleiche Zersetzung zeigt auch der Chrysotil anderer Vorkommen und der blätterige Antigorit, während derber Serpentin selbst von kochender Schwefelsäure nur langsam zersetzt wird.

Ref.: P. Groth.

26. St. Meunier (in Paris): **Ueber einen Quellabsatz von Carmaux** (Ebenda, 665). Auf einer durch die Kohlengruben von Carmaux (Tarn) aufgeschlosse-

*) Im Original durch ein Versehen unrichtig angegeben. Der Ref.

nen Spalte, auf welcher Wasser von 18⁰ aufsteigt, findet sich neben zahlreichen Kalkspathkrystallen eine vollkommen amorphe, gelatinöse Substanz, welche bei 110⁰ getrocknet das spec. Gew. 1,75 besitzt und durch Salzsäure nicht zersetzt wird. Die Analyse (durch Schmelzen mit kohlensaurem Baryum) ergab:

SiO_2	42,30
CaO	30,28
Fe_2O_3	4,12
Na_2O	0,09
H_2O	22,50
	99,29

Diese Zusammensetzung ähnelt der des Plombierit, welcher sich jedoch durch seine Eigenschaften, seine Zersetzbarkeit durch Säuren etc. von der vorliegenden Substanz wesentlich unterscheidet. Die letztere wird beim Trocknen milchweiss und faserig, beim Einlegen in Wasser aber wieder ebenso gelatinös, wie vorher, und diese Umwandlung kann beliebig oft wiederholt werden.

Ref.: P. Groth.

27. **D. Klein** und **J. Morel** (in Paris): **Ueber Tellurigsäureanhydrid** (Ebenda, 1140). Auf nassem Wege erhält man tetragonale Pyramiden, deren Winkel sehr wenig vom Oktaëder abweichen; spec. Gew. 5,65—5,68. Durch Abkühlung aus dem Schmelzfluss krystallisirt der Körper in langen Nadeln des rhombischen Systems, gebildet von (100) und (010), selten am Ende ausgebildet mit einem Doma (101); (101):($\bar{1}$01) = 45⁰ ca.; spec. Gew. 5,88—5,91.

Die tellurige Säure bildet mit Salpetersäure ein basisches Salz von der Zusammensetzung: $(TeO_2)_4N_2O_5 + 1\frac{1}{2}H_2O$. Dasselbe ist rhombisch.

$$a : b : c = 0,8496 : 1 : 0,5367.$$

	Beobachtet:	Berechnet:
(110):(1$\bar{1}$0) =	*80⁰ 42′	—
(101):($\bar{1}$01)	*64 34	—
(101):(110)	65 48	65⁰ 59′
(130):(100)	70 28	68 35
(120):(100)	57 42	59 31

[Anmerk. d. Ref. Für (101):($\bar{1}$01) steht im Original 74⁰ 34′, offenbar in Folge eines Druckfehlers, wie sich aus dem beobachteten Winkel (101):(100) ergiebt; für (101):(110) geben die Autoren als berechnet an 65⁰ 55′, für (130):(100) = 71⁰ 53′, für (120):(100) fehlt im Original der berechnete Werth; bei diesen letzteren beiden Winkeln müssen, wie die grossen Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung zeigen, Versehen untergelaufen sein.]

Ref.: P. Groth.

28. **P. Sabatier** (in Paris): **Darstellung der dritten Schwefelmodification** (Ebenda, 1346). Wenn man in einem gut verschlossenen Gefässe Wasserstoffpersulfid HS_2 und gewöhnlichen Aether zusammenbringt, so bilden sich nach einiger Zeit dünne rhombische Tafeln der von Gernez (s. diese Zeitschr.

11, 102) beschriebenen dritten Modification des Schwefels*). Dieselben bringen in einer übersättigten Lösung von Schwefel in Benzol sofort eine massenhafte Krystallisation derselben Form hervor. Aus einer gesättigten Lösung von Schwefel in Schwefelkohlenstoff entstehen durch Zufügen von Aether ebenfalls Krystalle der dritten Modification.

Ref.: P. Groth.

29. St. Meunier (in Paris): **Zufällige Bildung von Anorthit** (Compt. rend. 1885, **100,** 1350). Die feuerfesten Steine der Gasöfen von Vaugirard zeigten sich nach einer längeren Campagne in eine graue, körnige, cavernöse Masse umgewandelt, welche zahlreiche, bis mehrere Millimeter lange Nadeln enthielten; diese waren grossentheils Zwillinge und besassen die optischen Eigenschaften des Anorthit.

Ref.: P. Groth.

30. A. Inostranzeff (in St. Petersburg): **Farbenvergleichung metallischer Mineralien unter dem Mikroskope** (Ebenda, 1396). Um die Farbe einer undurchsichtigen, von oben beleuchteten Substanz mit der eines bekannten Minerals vergleichen zu können, bringt der Verf. einen Schliff des letzteren unter gleichen Umständen in ein zweites Mikroskop; von beiden Instrumenten werden die Oculare entfernt und durch kleine Spiegel ersetzt, welche die Bilder in zwei unmittelbar neben einander befindliche totalreflectirende Prismen werfen. Ein über diesen befindliches Ocular zeigt dann ein rundes Gesichtsfeld, dessen eine Hälfte von dem Bilde des einen Mikroskops, dessen andere von dem des zweiten gebildet wird; wenn die in beiden eingestellten metallischen Substanzen genau gleiche Farbe besitzen, verschwindet die feine Grenzlinie, in welcher sich die beiden Hälften des Bildes berühren, an dieser Stelle vollständig.

Ref.: P. Groth.

31. A. de Schulten (in Helsingfors): **Künstliche Darstellung des Strengit** (Ebenda, 1522). Durch mehrstündiges Erhitzen von 26 ccm einer Lösung von $FeCl_3 + 3H_2O$ in der Hälfte seines Gewichtes Wasser mit 4—5 ccm einer Phosphorsäurelösung vom spec. Gew. 1,578 im geschlossenen Rohre auf 180^0 bis 190^0 erhält man eine Ausscheidung rosarother mikroskopischer Krystalle, welche in Salzsäure löslich, in Salpetersäure unlöslich sind. Die Zusammensetzung derselben ist genau die des Strengit $FePO_4 + 2H_2O$, das spec. Gew. 2,74 (an natürlichen Krystallen fand der Verf. ebenfalls 2,70—2,80). In der Krystallform weicht das Product jedoch vom Strengit ab: es ist monosymmetrisch und bildet rhomboidische Tafeln nach der Symmetrieebene, deren Winkel $= 65^0$ und deren Auslöschung mit der längeren Seitenfläche (100) 38^0 bildet; die beiden Querflächen (100) und (001) haben gerade Auslöschungen und nach beiden sind häufig Zwillinge vorhanden; optische Axenebene ist (010).

Ref.: P. Groth.

---

*) Maquenne (Compt. rend. **100,** 1499) will auf die angegebene Art nur stabile Krystalle des rhombischen Schwefels, Prismen gebildet von zwei Flächenpaaren der Pyramide, erhalten haben, welche aber nach Gernez (Ebenda, 1584) bereits umgewandelt waren. Nach Letzterem kann man die labilen Krystalle, wenn man jede Berührung mit rhombischem Schwefel vermeidet, in Toluol mehrere Wochen lang unverändert aufbewahren.

32. Derselbe: Darstellung von Brucit und Cadmiumhydroxyd (Compt. rend. 1885, **101**, 72). Fällt man eine Lösung von $MgCl_2$, resp. CdJ_2, mit alkoholischer Kalilauge, setzt einen grossen Ueberschuss von letzterer zu und erhitzt, bis sich der Niederschlag gelöst hat (d. i. bei ca. 200° im ersteren, 135° im zweiten Falle), so scheidet sich beim Erkalten das betreffende Hydroxyd, $Mg(OH_2)$ resp. $Cd(OH)_2$, in kleinen perlmutterglänzenden, hexagonalen, optisch einaxigen Täfelchen ab, welche bei mässiger Erhitzung unter Wasserverlust trübe werden. Spec. Gew. $Mg(OH)_2 = 2,36$; $Cd(OH)_2 = 4,79$.

Ref.: P. Groth.

33. Ch. Soret (in Genf): **Brechungsexponenten einiger Alaune** (Compt. rend. 1885, **101**, 156. — Arch. d. sc. phys. et nat. Genève 1885 [3], **14**, 96). Im weiteren Verlaufe seiner Untersuchung über die Brechungsexponenten der Alaune, über welche in dieser Zeitschr. **11**, 197 berichtet wurde, fand der Verf., dass in der Reihe der Gallium- und Indium-Alaune ähnliche Relationen der Indices existiren, wie bei den Aluminium- und Eisen-Alaunen. Die ganz in derselben Weise, wie früher, angestellten Messungen ergaben:

	$KGa(SO_4)_2 . 12$ aq. Spec. Gew. 1,895	$AmGa(SO_4)_2 . 12$ aq. 1,776	$RbGa(SO_4)_2 . 12$ aq. 1,962
a	1,46118	1,46390	1,46152
B	1,46195	1,46485	1,46238
C	1,46296	1,46575	1,46332
D	1,46528	1,46835	1,46579
E	1,46842	1,47146	1,46890
b	1,46904	1,47204	1,46930
F	1,47093	1,47412	1,47126
G	1,47548	1,47864	1,47581

	$CsCr(SO_4)_2 . 12$ aq. Spec. Gew. 2,043	$RbIn(SO_4)_2 . 12$ aq. 2,065	$CsIn(SO_4)_2 . 12$ aq. 2,241
a	1,47627	1,45942	1,46091
B	1,47732	1,46024	1,46170
C	1,47836	1,46126	1,46283
D	1,48100	1,46381	1,46522
E	1,48434	1,46694	1,46842
b	1,48491	1,46751	1,46897
F	1,48723	1,46955	1,47105
G	1,49280	1,47402	1,47562

Ref.: P. Groth.

34. C. Friedel (in Paris): **Krystallform des Trimethylammonium-Rhodiumchlorür** $6NH_2(CH_3)_2Cl . Rh_2Cl_6 . 3H_2O$ (C. Vincent, sur trois nouveaux composés du rhodium. — Compt. rend. 1885, **101**, 323). Rhombische Prismen (210) mit schmalem (100), am Ende (111).

	Beobachtet:	
$(111):(1\bar{1}1)$	$= *53^0 28\frac{1}{2}'$	
$(111):(\bar{1}11)$	$= *70\ 17\frac{1}{2}$	
$(210):(\bar{2}10)$	$= 66^0$ bis $68^0 4'$	(ber. $68^0 40'$)
$(111):(210)$	$= 45^0 45'$	(- 45 49)

Anmerk. des Ref. Aus den beiden erstangeführten Winkeln ergiebt sich das Axenverhältniss $a:b:c = 0,7816:1:0,6590$ und aus diesem der Winkel des nicht beobachteten Prisma $(110) = 76^0\,1'$, welchen der Verf. ebenso angiebt. Dagegen folgen aus jenem Verhältnisse ganz andere Werthe für die Winkel des Prisma (210), als die vom Verf. angeführten, daher die Angaben der beiden letzten Winkel wahrscheinlich Druckfehler enthalten.

Ref.: P. Groth.

35. A. Des Cloizeaux (in Paris): **Krystallform des Benzolhexabromid** $C_6H_6Br_6$ (J. Meunier, sur l'hexabromure de benzine. — Compt. rend. 1885, **101,** 379). Der Verf. fand die Substanz, welche in einer Mischung von Benzol und Alkohol durch Kochen gelöst und beim langsamen Abkühlen dieser Lösung krystallisirt war, vollkommen isomorph mit dem zuerst von Bodewig (diese Zeitschr. **3,** 401) beschriebenen Benzolhexachlorid. Auf das Axenverhältniss dieses Körpers bezogen ist die beobachtete Combination: $(010)\infty\bar{P}\infty$, $(210)\infty\bar{P}2$, $(001)0P$, $(\bar{1}01)\bar{P}\infty$, $(011)\bar{P}\infty$. Für die vorletzte Form giebt Verf., wohl in Folge eines Druckfehlers, ein falsches Zeichen an. Da ausserdem der einzige Controlwinkel um 2^0 von dem berechneten Werthe abweicht, die dem Verf. vorgelegenen Krystalle also jedenfalls nur eine mangelhafte Beschaffenheit besassen, so nimmt Ref. Gelegenheit, hier zugleich die Messungen mitzutheilen, welche Herr F. Grünling an kleinen, aber gut messbaren, nach (001) tafelförmigen Krystallen, gewonnen durch langsames Verdunsten einer Lösung der Substanz in einem Gemisch von verschiedenen Alkoholen und Aethern, erhielt. Combination: $(001)0P$, $(120)\infty\bar{P}2$, $(010)\infty\bar{P}\infty$, $(011)\bar{P}\infty$, $(100)\infty\bar{P}\infty$, $(\bar{1}01)\bar{P}\infty$.

	Grünling Beobachtet:	Grünling Berechnet:	Des Cloizeaux Beobachtet:
$(120):(1\bar{2}0)$ =	$*85^0\,46'$	—	$84^0\,14'$
$(120):(001)$ =	$*75\ \ 1$	—	$75\ \ 8$
$(011):(001)$ =	$*26\ \ 15\frac{1}{2}$	—	$26\ \ 3$
$(\bar{1}01):(\bar{1}20)$ =	$63\ \ 46$	$63^0\,47'$	—
$(\bar{1}01):(001)$ =	$57\ \ 40\frac{1}{2}$	$57\ \ 50$	$59\ \ 27$ (ber. $57^0\,35'$)
$(\bar{1}01):(\bar{1}00)$ =	$52\ \ 46$	$52\ \ 50$	—
$(001):(100)$ =	$69\ \ 17$	$69\ \ 20$	—

Aus den drei mit * bezeichneten Winkeln folgt:

$$a:b:c = 0,4963:1:0,5272$$
$$\beta = 69^0\,20'.$$

Nach Des Cloizeaux ist die optische Axenebene (010); derselbe fand durch (001) den stumpfen Axenwinkel $2H_0 = 126^0$ (roth); Doppelbrechung negativ; sehr starke Dispersion $\varrho < v$ und ebenso deutliche geneigte Dispersion.

Ref.: P. Groth.

36. P. Cazeneuve und **F. Morel** (in Paris?): **Ueber die krystallographischen Beziehungen der Campherderivate** (Compt. rend. 1885, **101,** 438 bis 440). Bekanntlich krystallisirt der gewöhnliche Campher nach Des Cloizeaux in hexagonalen Pyramiden. Die bisher gemessenen Monosubstitutionsproducte desselben sind monosymmetrisch und isomorph, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

	(110)	(100)(001)	(001)($\bar{1}$01)	(011)
$C_{10}H_{15}ClO$	79° 20′	86° 45′	40° 5′	88° 10′
$C_{10}H_{15}BrO$	79 27	86 8	40 29	—
$C_{10}H_{15}CyO$	78 50	85 15	39 20	—
$C_{10}H_{15}JO$	77 42	86 0	—	88 50

Ebenfalls eine grosse Aehnlichkeit zeigen die folgenden, rhombisch krystallisirenden Disubstitutionsproducte:

	(110)	(011)
$C_{10}H_{14}Cl_2O$	56° 50′	77° 32′
$C_{10}H_{14}ClBrO$	55 12	77 36
$C_{10}H_{14}Cl(NO_2)O$	52 52	73 25
$C_{10}H_{14}Br_2O$	51 36	74 42
$C_{10}H_{14}Cr(NO_2)O$	51 21	73 6

Ebenfalls rhombisch, aber in anscheinend hexagonalen Tafeln und mit anderen Winkeln scheint eine Reihe von Bisubstitutionsproducten zu krystallisiren, deren Typus der von Cazeneuve dargestellte Körper $(C_{10}H_{14}.NO_2.O)_2Zn$ darstellt.

Ref.: P. Groth.

37. H. Gorceix (in Ouro Preto): **Monazit von Caravellas, Brasilien** (Compt. rend. 1885, **100**, 356. — Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, **8**, 32). Eine noch reichere Lagerstätte von Monazit, als die früher beschriebene von Salobro (s. diese Zeitschr. **11**, 639), bilden die Sande von Caravellas, Provinz Bahia. Dem Verf. lagen Proben vor, welche nur aus gelben glänzenden Monazitkörnern, gemengt mit ein wenig Titaneisen, bestanden; letzteres wurde mit dem Elektromagneten und durch Schlämmung entfernt. Hiernach wurde jedoch im Mikroskop noch eine weitere Beimengung farbloser Körner erkannt, welche ein gestörtes einaxiges Kreuz zeigten; bei der Behandlung des Pulvers mit Schwefelsäure blieben 9,1 % zurück, welche aus 3,4 SiO_2 und 6,3 ZrO_2 bestanden. Jene Beimengung ist also Zirkon. Der Rest, nach Abzug einer kleinen Menge CaO auf 100 berechnet, ergab:

P_2O_5	28,7
Ce_2O_3	31,3
Di_2O_3 (u. La_2O_3?)	39,9
	99,9

Die Formel $(Ce, Di, La)PO_4$ würde 30 % P_2O_5 und 70 % der Erden erfordern. Es scheint, dass auch in andern Monaziten der Didymgehalt ein so hoher ist und bei den bisherigen Analysen z. Th. als Cer bestimmt wurde, wenigstens fand der Verf. im Monazit von Arendal mehr Didym als Cer.

Ref.: P. Groth.

38. A. Lacroix (in Mâcon): **Hydrocerussit und Plumbocalcit von Wanlockhead** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, **8**, 35 u. 36). Das erstere der beiden Mineralien bildet kleine, weisse perlmutterglänzende Schuppen in Höhlungen von Bleiglanz, Quarz oder auf Plumbocalcit: dieselben sind einaxig negativ, wie

der Hydrocerussit von Långban*), mit welchem auch das chemische Verhalten der Substanz übereinstimmt.

Der Plumbocalcit von demselben Fundorte gelangte in folgenden Varietäten zur Untersuchung:

a) kleine Rhomboëder mit Vanadinit auf Quarz;

b) fettglänzende, krystallinische Massen und grosse Rhomboëder;

c) derbe Aggregate und trübe, röthliche Skalenoëder;

d) oberflächlich corrodirte, milchweisse krystallinische Massen und Skalenoëder;

e) kleine, gelbe Skalenoëder.

Dieselben sind optisch wenig homogen und geben auch nur ungefähre Messungen der Spaltungsflächen.

	a	*b*	*c*	*d*	*e*
$CaCO_3$	90,5	96,9	97,3	96,5	91,8
$PbCO_3$	9,5	3,1	2,7	3,5	8,2
	100	100	100	100	100
Spec. Gew.:	2,74	2,725	2,72	2,73	2,74
Rhomboëderwinkel:	74°59′	75°3′	75°16′	75°29′	75° ? **)

Ref.: P. Groth.

39. A. Lacroix (in Mâcon): **Ueber den Baryt von Romanèche** (Bull. de la soc. min. de Fr. 1885, **8**, 39). Das Mineral findet sich in der Grube von Romanèche mit Hämatit, Quarz, Psilomelan und Flussspath in grosser Menge und in mannigfach gestalteten, meist gelben Krystallen, an welchen folgende Formen bestimmt wurden: (001) immer vorherrschend, (110), (100), (010), (130), (102), (011), (111), (132). Für den scheinbaren Winkel der optischen Axen bei verschiedenen Temperaturen wurde gefunden: $2E = 65^0 28'$ (12° C.), 69° 22′ (50°), 74° 40′ (75°), 76° 24′ (100°), 77° 54′ (150°), 79° 20′ (200°), 81° 58′ (250°), 82° 3′ (300°). Zahlreiche Einschlüsse von Hämatit, Göthit, Flussspath u. a. Mineralien, ferner von Flüssigkeiten und Gasen.

Ref.: P. Groth.

40. Derselbe: Göthit von Chizeuil und Romanèche (Ebenda, 41). Am ersteren Orte (Saône-et-Loire) findet sich Lepidokrokit in faserigen Massen oder in kleinen Stalaktiten als Unterlage der früher beschriebenen Wolnynkrystalle (diese Zeitschr. **11**, 637); spec. Gew. 4,32; Analyse: 87,0 Fe_2O_3, 13,0 H_2O. In Romanèche findet sich eine Varietät des Göthit, welche der Sammetblende von Přibram sehr ähnlich ist.

Ref.: P. Groth.

41. E. Jannettaz (in Paris): **Ueber einen Diamant vom Cap** (Ebenda, 42). Der Verf. beschreibt einen an das Pariser Museum gelangten Krystall, ein einem Tetrakishexaëder ähnliches Hexakisoktaëder, auf dessen drei- und dreikantige Ecken je eine kleine spitze Pyramide als Fortwachsung aufgesetzt ist. Eine ähnliche Er-

*) In dem Referat über Bertrand's optische Untersuchung desselben, diese Zeitschrift **6**, 297, ist irrthümlich angegeben positiv.

**) Im Original durch Druckfehler entstellt.

scheinung, Würfel mit einspringenden Kanten, beobachtete der Verf. an Alaunkrystallen, welche sich aus salzsaurer Lösung gebildet hatten.

Ref.: P. Groth.

42. **Derselbe: Ueber den Buratit von Laurium** (Ebenda, 43). Das Mineral bildet kleine, aus blassgrünen, zuweilen am Ende blauen Nadeln bestehende Büschel, oft durch kleine Pyritkryställchen verunreinigt. Die Nadeln zeigen eine schiefe Auslöschung. Die Analyse ergab:

CO_2	15,45
CuO	18,07
ZnO	50,45
H_2O	14,75
Rückstand	0,50
	99,22

Ref.: P. Groth.

43. **E. Mallard** (in Paris): **Ueber die Krystallformen des Barytocalcit** (Ebenda, 44). Zur Ergänzung seiner Ausführungen über die Beziehungen zwischen den Krystallformen der Carbonate, Nitrate und Chlorate (s. diese Zeitschr. **11**, 654) macht der Verf. auf die Aehnlichkeit aufmerksam, welche die Spaltungsgestalt des Barytocalcit mit derjenigen des Kalkspathes besitzt. Die erstere, gebildet von den Flächen (110) und (001), hat die Winkel $(110):(1\bar{1}0) = 73^0\ 6'$, $(110):(001) = 77^0\ 6'$, das Rhomboëder des Calcit bekanntlich $74^0\ 55'$. Der Winkel der optischen Axen ist in Luft $= 23^0$, Axenebene senkrecht zur Symmetrieebene, und die Mittellinie hat eine ganz ähnliche Lage, wie die Axe des Kalkspaths, nämlich 41^0 nach vorn geneigt; die Doppelbrechung ist negativ und sehr stark.

Ref.: P. Groth.

44. **C. Friedel** und **A. de Grammont** (in Paris): **Ueber die Pyroëlectricität des Skolezit** (Ebenda, 75). Nur die Krystalle von Poonah sind vermöge ihrer Dimensionen zur Untersuchung geeignet; dieselben zeigen an beiden Enden entgegengesetzte Electricität und zwar beim Erwärmen positive an dem aufgewachsenen Ende. Da es sich stets um Zwillinge nach (100) handelte, wurden die Krystalle nach der auf optischem Wege erkannten Verwachsungsfläche zerschnitten und an jeder Hälfte noch eine der Zwillingsebene parallele Fläche (100) angeschliffen; vorher wurde eine dünne Platte senkrecht zur Längsaxe abgeschnitten und ausserdem an beiden Theilen die letzterer Platte parallele Fläche angeschliffen und polirt. Die Untersuchung beider Theile des Zwillings ergab nun regelmässig, dass die äusseren Flächen (100) beim Erwärmen negativ electrisch, die inneren positiv wurden, so dass also horizontale electrische Axen vorhanden sind, deren centrale Pole, welche an der Zwillingsebene einander gegenüberliegen, gleichnamige sind, wie beim Topas und Boracit. In Folge dessen findet man an den ungetheilten Zwillingen die Flächen (010) beide positiv, die Flächen (100) negativ. Ausser der horizontalen electrischen Axe besitzt jeder Krystall noch eine verticale, und zwar zeigt die senkrecht zur Längsaxe geschnittene Zwillingsplatte in beiden Theilen gleiche Electricität, d. h. die Einzelnkrystalle besitzen dieselbe Polarität wie der Zwilling; letzterer ist daher nicht zu definiren durch eine Drehung um die Normale zu (100), denn alsdann würden oben verschiedene Pole der electrischen Axe neben einander liegen, sondern um die Verticalaxe.

Versuche an anderen Mineralien haben gezeigt, dass der Prehnit ebenfalls, entsprechend dem zusammengesetzten Charakter seiner Krystalle, centrale electrische Pole besitzt, während der Granat keine Spur von Pyroëlectricität zeigt. Ebenso wenig konnte solche gefunden werden am Axinit und am Phenakit.

Ref.: P. Groth.

45. K. von Chroustschoff (in Breslau): **Pyroxen aus dem Tachylit vom Rossberg** (Bull. de la soc. min. de Fr. 1885, 8, 85). Ein braunes Basaltglas vom Rossberg bei Darmstadt enthält zahlreiche, schon mit der Lupe sichtbare, blassgrüne Krystalle eines Pyroxens, welche sich durch Behandeln mit Königwasser von dem Gesteinsglase trennen und durch Waschen mit Kalilauge von der ausgeschiedenen Kieselsäure trennen liessen; dieselben erwiesen sich alsdann mikroskopisch vollkommen rein. Ihre Form ist diejenige dünner Prismen (100), (010), (110) mit einer Endfläche ($\bar{1}01$); Auslöschungsschiefe 39°; Brechungsexponent (nach der Methode von Chaulnes) 1,599, spec. Gew. 3,434.

		Sauerstoff:	
SiO_2	49,18	26,229	26,229
TiO_2	Spur	—	
Al_2O_3	2,15	1,002	2,490
Fe_2O_3	4,96	1,488	
FeO	9,04	2,009	13,576
MnO	Spur	—	
CaO	20,30	5,800	
MgO	13,07	5,228	
Na_2O	1,89	0,488	
K_2O	0,30	0,051	
	100,89		

Ref.: P. Groth.

46. A. Lacroix (in Mâcon): **Harmotom von Bowling in Schottland** (Ebenda, 94). Die in einer Prehnitgeode aufgewachsenen kleinen Krystalle zeigen die Flächen (010), (001), welche ein quadratisches Prisma bilden, und am Ende (100), selten und schmal auch (110); ein Zwilling nach (001) besitzt somit am Ende ein anscheinendes Doma, dessen Kante rechtwinklig durchkreuzt wird von demjenigen eines zweiten kleineren Zwillings, dessen in der gewöhnlichen Weise gestreifte Fläche (010) meist nicht über die ihr parallele Fläche (001) des grösseren Zwillings hervorragt, so dass hier die bekannten Rinnen der Vierlinge nicht zur Ausbildung gelangen. Die Messung ergab für (001):(100) = 55° 19′. Schliffe parallel der Symmetrieebene eines Zwillings nach (001) zeigen eine unregelmässige Zwillingsgrenze und eine Differenz der Schwingungsrichtungen in beiden Hälften von ca. 5° [die Angaben des Verf.'s über die Lage der optischen Axenebene sind offenbar durch ein Versehen entstellt, da sie nicht mit der Figur in Einklang zu bringen sind. — Der Ref.].

Ref.: P. Groth.

47. Derselbe: Ueber den Harringtonit (Ebenda, 96). Dieses von Thomson beschriebene Mineral zeigt sich unter dem Mikroskop als bestehend aus einer einfach brechenden Masse, in welche sparsam Krystalle von zweierlei Art eingelagert sind, nadelförmige mit den optischen Eigenschaften des Natrolith (bis

auf das Zeichen der Doppelbrechung, welches umgekehrt ist, und zackige Krystallfragmente, wahrscheinlich Mesolith. Hiernach ist also der Harringtonit keine homogene Substanz.

Ref.: P. Groth.

48. Derselbe: Ueber den Bowlingit von Schottland (Ebenda, 97). Der Verf. untersuchte selbstgesammelte Stücke des von Hannay (s. diese Zeitschr. 3, 110) analysirten und »Bowlingit« genannten schottischen Minerals. Schliffe parallel den Fasern zeigen, dass die faserige Substanz nur einen Theil der Masse bildet und in ein serpentinähnliches, fast vollkommen einfach brechendes Magma eingelagert ist, welches auch in Form von Einschlüssen in den oft gewundenen Fasern des ersteren Minerals erscheint. Diese zeigen meist der Längsrichtung parallele Auslöschungen, zuweilen aber auch schiefe; grosser Axenwinkel, Doppelbrechung negativ; Maximum der Doppelbrechung $\alpha - \gamma = 0,015$.

In demselben Gesteine, wo der sogenannte »Bowlingit« vorkommt, finden sich auch Nester eines Chlorit, welcher kleine ausgebreitete Rosetten bildet, die im parallelen polarisirten Lichte das Interferenzkreuz sphärolithischer Aggregate zeigen. Die Blättchen sind einaxig positiv mit einer maximalen Doppelbrechung von 0,018.

Ref.: P. Groth.

49. Derselbe: Rutil in Phlogopit (Ebenda, 99). Die grossen, sechsseitigen, braunen Tafeln des Phlogopit von Templeton in Canada ($2E = 15^0$, $\varrho < v$) beherbergen zahlreiche, fast farblose Rutilprismen, eingelagert nach den Flächen (110), (010), (130), (100) des Glimmers, welcher in Folge dessen Asterismus zeigt (sechs helle und sechs schwächere Strahlen). Der Glimmer wurde durch Salzsäure bei 250⁰ zersetzt, das den Rutil einschliessende Kieselsäureskelett mit Kalilauge gelöst und so ein Filz von Rutilnadeln erhalten, welcher qualitativ geprüft wurde. Die Krystalle zeigen oft an einem Ende eine sehr spitze Pyramide, manchmal auch Zwillingsbildung.

Anmerk. des Ref. Wesentlich die gleichen Beobachtungen hat bereits mehrere Jahre früher Sandberger mitgetheilt (s. diese Zeitschr. 8, 432.)

Ref.: P. Groth.

50. G. Cesàro (in Lüttich). **Ueber eine Verwachsung von Zinnerz** (Ebenda, 102). Der Verf. giebt die Abbildung und Beschreibung einer sehr verwickelten Verwachsung von Zinnerzkrystallen, deren Fundort nicht mitgetheilt wird. Trotzdem, wegen der Grösse der Gruppe, nur ungefähre Messungen möglich waren, deutet Derselbe einen Theil der Flächen so, dass sich die Indices neuer und sehr complicirter Formen ergaben. Die vom Verf. selbst erwähnten Zwillingsgrenzen beweisen jedoch, dass er hierbei Flächen auf einander bezogen hat, welche verschiedenen, in Zwillingsstellung befindlichen Krystallen angehören; nimmt man dies als richtig an, so sind sowohl die beobachteten Flächen als auch die Art der Verwachsung übereinstimmend mit den bereits bekannten.

Ref.: P. Groth.

51. G. Wyrouboff (in Paris). **Krystallform des essigsauren Uran-Lithium** (Ebenda, 115). Durch Verdunstenlassen einer Lösung bei einer Temperatur über

15⁰ erhält man das schon von Lang (Wien. Akad. **27**, 179) untersuchte Salz von der Formel $Li\,UO_2(C_2H_3O_2)_3 \cdot 3H_2O$. Die Analyse ergab den richtigen Gehalt an Uran und Lithium, aber stets zu wenig Wasser. Spec. Gew. 2,280. Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,2647 : 1 : 1,5849$$
$$\beta = 80^0\,7'.$$

Die bei 25⁰ erhaltenen, zuweilen ziemlich grossen Krystalle zeigen die Combination (001)0P, (100)∞P∞, (110)∞P, (1̄01)P∞, (1̄12)½P, tafelförmig entweder nach (001) oder nach einer Prismenfläche. Bei 35⁰—40⁰ oder aus einer durch Essig- und Salpetersäure verunreinigten Lösung bilden sich verzerrte und meist verzwillingte Krystalle, an welchen ausserdem die Flächen von (011)R∞, (1̄21)2R2 und (121)—2R2 auftreten.

	Beobachtet:	Berechnet:	v. Lang:
(110):(1̄10)	= *77⁰ 30′	—	—
(110):(001)	*83 50	—	84⁰ 5′ beob.
(100):(001)	80 20	80⁰ 7′	79 50 ber.
(1̄01):(001)	*57 33	—	58 8 beob.
(1̄01):(1̄10)	62 30	62 18	62 11 beob.
(1̄12):(1̄10)	48 15	48 3	47 45 beob.
(1̄12):(1̄1̄2)	71 0 circa	71 28	67 49 ber.*)
(1̄12):(1̄01)	41 20	41 36	41 35 beob.
(011):(001)	58 0 circa	57 44	57 32 ber.
(1̄01):(011)	—	73 21	73 32 ber.
(1̄21):(001)	—	76 50	—
(1̄21):(1̄12)	31 45	32 14	—
(121):(001)	21 0 circa	21 18**)	—

Keine Spaltbarkeit. Die optische Axenebene ist parallel der Symmetrieebene; die 1. Mittellinie bildet 29⁰ mit der Verticalaxe im stumpfen Winkel β. $2E = 38^0$ roth, $33^0\,24'$ grün, geneigte Dispersion nicht bemerkbar. Doppelbrechung ziemlich stark.

Häufig complicirte Zwillinge, deren Gesetze jedoch nicht näher präcisirt wurden.

$$Li.UO_2(C_2H_3O_2)_3 + 5H_2O.$$

Grosse, sehr leicht verwitternde Krystalle, welche sich in reinen Lösungen unter 15⁰ bilden; dieselben sind gelb im durchgelassenen, bläulich im reflectirten Lichte. Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9433 : 1 : 0,3203$$
$$\beta = 88^0\,23'.$$

Beobachtete Formen: (100)∞P, (210)∞P2, (111)—P, (1̄11)P, (1̄01)P∞ (1̄21)2R2.

---

*) Dieser Werth ist jedenfalls durch Druckfehler entstellt; wegen der grossen Differenz wurde die von Wyrouboff angegebene Zahl vom Ref. nachgerechnet und genau richtig gefunden.

**) Dieser Winkel ergiebt sich durch Rechnung zu 70⁰ 7′, es muss also hier irgend ein Versehen oder ein Druckfehler vorliegen. Der Ref.

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(1\bar{1}0) =$	—	$86^0 38'$
$(210):(2\bar{1}0) =$	$*50^0 30'$	—
$(\bar{1}01):(\bar{2}10) =$	$*74\ 25$	—
$(\bar{1}11):(\bar{1}01) \doteq$	$*17\ \ 0$	—
$(111):(1\bar{1}1) =$	—	$33\ 26$
$(121):(111) =$	$14\ \ 0$	$14\ 17$

Optische Axenebene parallel der Symmetrieebene; die erste Mittellinie bildet 12^0 mit der Verticalaxe im stumpfen Winkel β; $2E = 65^0 14'$; Dispersion der Axen fast Null, diejenige der Mittellinien ebenfalls unmerklich. Doppelbrechung negativ, ausserordentlich stark.

Ref.: P. Groth.

52. **F. Gonnard** (in Lyon): **Natrolith aus der Auvergne** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, **8**, 123). Der Verf. fand an einer Stufe des Natrolith vom Puy de Marman als Abstumpfung zwischen (110) und (111) die für diesen Fundort neue Fläche (331). Des Cloizeaux fand $(331):(110) = 33^0 30'$ (ber. $33^0 34'$); $(331):(3\bar{3}1) = 71^0 31'$ ($71^0 28'$). Ausser an der erwähnten Stufe fand sich bisher an diesem Fundorte nur die Combination (110):(111).

Ref.: P. Groth.

53. **A. Des Cloizeaux** (in Paris): **Krystallform des Chloralhydrat** (Ebenda 125). Tafelförmige Combinationen von $(001)0P$, $(110)\infty P$, $(100)\infty P\!\!\!/\infty$, $(111)-P$; letztere Flächen sehr schmal und gerundet.

$$a : b : c = 1,6415 : 1 : 1,3035$$
$$\beta = 68^0 35'.$$

	Beobachtet:	Berechnet:
$(110):(\bar{1}10) =$	$*66^0 24'$	—
$(111):(001) =$	$*47\ 46$	—
$(001):(110) =$	$*78\ 28$	—
$(001):(100) =$	$68\ 30$	$68^0 35'$
$(111):(1\bar{1}1) =$	—	$78\ 26$

Optische Axenebene parallel der Symmetrieebene; die erste Mittellinie bildet $61\frac{1}{2}^0$ mit der Verticalaxe im stumpfen Winkel β; $2E = 35^0$ circa, Dispersion der Axen schwach, der Mittellinien deutlich. Doppelbrechung negativ.

Ref.: P. Groth.

54. **J. Curie** (in Montpellier): **Krystallographische und thermoëlektrische Eigenschaften des Pyrit und Kobaltin** (Ebenda, 127). Der Verf. geht davon aus, dass die Pentagondodekaëder des Eisenkies je nach ihrer Streifung zwei Arten bilden; entweder geht die Streifung parallel zur hexaëdrischen Kante oder senkrecht dazu. Dieser Gegensatz ist aber abweichend von den bisher bekannten Fällen enantiomorpher Hemiëdrie, denn die beiden verschieden gestreiften Pentagondodekaëder können weder durch Drehung zur Deckung gebracht werden, noch ist das eine symmetrisch zu dem andern, obschon beide den gleichen Grad von Symmetrie besitzen. Eine solche Hemiëdrie aus den Molekularnetzen herzuleiten, ist nur möglich, wenn man noch eine verschiedene Orientirung der Mole-

küle selbst annimmt, z. B., wie Mallard, den Aufbau aus rhombischen Molekülen in dreierlei Orientirungen, welche Annahme aber auf drei verschiedene Typen führen würde. Berücksichtigt man dagegen nur die äussere Form, so kann man jede der beiden Pyrit-Formen betrachten als eine Combination zweier parallelflächig-hemiëdrischer Formen, denn die Streifung für sich allein bildet jedesmal eine hemiëdrische Gestalt. Diese letztere kann nun entweder die positive oder die negative Form sein, welche sich nur durch ihre Orientirung im Raume unterscheiden; jede derselben kann mit dem positiven oder mit dem negativen Pentagondodekaëder verbunden sein, woraus sich vier Combinationen ergeben, von denen je zwei congruent, je zwei dagegen absolut verschieden sind. Dieser Verschiedenheit muss auch eine physikalische Differenz entsprechen und diese liegt vor in den thermoëlektrischen Eigenschaften, indem die parallel der hexaëdrischen Kante gestreiften Pentagondodekaëder des Eisenkies thermoëlektrisch positiver sind als Antimon, die senkrecht dazu gestreiften negativ, ungefähr gleich dem Wismuth. Unter 124 untersuchten Krystallen waren 10, welche sich entgegengesetzt verhielten. Diese Ausnahmen sind zweifelsohne durch Zwillingsbildung veranlasst, und zwar scheinen die Verwachsungsflächen meist dem Pentagondodekaëder parallel zu gehen, da man auf den Flächen des letzteren seltener, als z. B. auf den Würfelflächen, Zwillingsgrenzen sieht und da sich oft schon nach dem Abschleifen einer dünnen Schicht parallel einer Fläche des Pentagondodekaëders das entgegengesetzte elektrische Verhalten zeigt. Die anomal elektrischen Krystalle wären daher so zu erklären, dass die mit der Streifung versehene oberflächliche Schicht so dünn ist, dass sie nur als Conductor dient, und das gefundene elektrische Verhalten der nächst inneren entspricht.

Versuche am Kobaltglanz gaben ein analoges Resultat, nur sind hier die Streifungen selten und nur undeutlich, während die Krystalle häufig verwickelte Zwillingsbildung erkennen lassen.

Pyritkrystalle zeigen die gleiche Thermoëlektricität auch nach dem Erhitzen auf 400⁰, welches in Schwefel stattfand, um die Bildung von Eisensulfür zu verhindern.

Anmerk. d. Refer. Die thatsächlichen Resultate des Verf. stimmen mit den vor 16 Jahren von G. Rose gefundenen vollständig überein, nur dass Letzterer bei seiner Arbeit von einer anderen Anschauung ausging, welche zugleich geeignet ist, die auffallende Seltenheit von Combinationen der Formen entgegengesetzter Stellung beim Pyrit zu erklären, und dass er seine Untersuchung auf die ganze Formenreihe des Minerals ausdehnte. Die wenig geeigneten Bemerkungen des Verf. über die Arbeit G. Rose's lassen sich wohl nur dadurch erklären, dass er dieselbe erst nach Anstellung seiner eigenen Versuche kennen lernte und sich nicht entschliessen konnte, letztere als theilweise überflüssig anzuerkennen.

Ref.: P. Groth.

55. L. J. Igelström (in Sunnemo, Schweden): **Haematostibiit, ein neues Mineral aus der Eisenerzgrube Sjoegrufvan, Bez. Grythyttan in Oerebro** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, **8**, 143—145). Auf Klüften in derbem Tephroit, welcher mit verschiedenen anderen Manganmineralien gemengt in einem in Granulit eingelagerten Urkalk vorkommt, finden sich Baryt, eine dem Chondroarsenit ähnliche Substanz und das neue Mineral. Letzteres, anscheinend schwarz, in dünnen Schichten jedoch blutroth durchsichtig, ist nach Bertrand wahrschein-

lich rhombisch, da die erste Mittellinie (negativ) senkrecht zur vollkommenen Spaltbarkeit steht; sehr kleiner Axenwinkel; starker Dichroismus.

		Sauerstoff:	
Sb_2O_5	37,2		8,2
MnO	51,7	11,7	
FeO	9,5	2,9	15,2
$MgO + CaO$	1,6	0,6	
	100		

Darnach ist die Zusammensetzung sehr ähnlich derjenigen des Manganostibiit (s. diese Zeitschr. **10**, 519).

Ref.: P. Groth.

56. P. Curie (in Paris): **Ueber die Bildung der Krystalle und die Capillaritätsconstanten ihrer verschiedenen Flächen** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, 8, 145—150). Die charakteristische Capillarconstante der Trennungsfläche zweier Medien A ist die Energie, welche aufgewendet werden muss, um jene Flächen um eine Einheit zu vergrössern. Wenn ein deformationsfähiger Körper nur den Capillarkräften unterworfen ist, so wird seine Oberfläche ein Minimum und er nimmt die Kugelform an. Wenn er von mehreren Trennungsflächen S, S_1, S_2 mit den Capillarconstanten A, A_1, A_2 begrenzt wird, so entsteht Gleichgewichtszustand, wenn $AS + A_1S_1 + A_2S_2$ seinen kleinsten Werth annimmt. Diese Principien wendet der Verf. auf einen in gesättigter Mutterlauge befindlichen Krystall an und setzt dabei voraus, dass letzterer sich deformiren könne durch Auflösen gewisser und Wachsthum anderer Stellen, ohne dass Krystall und Mutterlauge ihre Natur und ihr Volumen ändern. Alsdann würde die angestrebte stabilste Form diejenige mit der kleinsten Summe der Energie an der Oberfläche sein, und müssten natürlich diejenigen Flächen vorherrschen, deren Capillarconstante die kleinste ist.

Habe z. B. der Krystall die Form eines quadratischen Prisma, dessen Capillarconstante A, mit der Basis, deren Constante B, so würde für die Seite x der Basis und die Höhe y des Prisma Gleichgewicht eintreten, wenn die Summe der Energien auf den sechs Flächen der Combination, nämlich $4xyA + 2x^2B$, ein Minimum ist, d. h., wie man leicht durch Differenziation findet, wenn

$$x : y = A : B.$$

Seien A und B die Capillarconstanten der Würfel- und Oktaëderflächen eines regulären Krystalls, x die Länge des von der Oktaëderfläche abgeschnittenen Theiles jeder Hexaëderkante und b der restirende Theil derselben, so würde das Cubooktaëder im Gleichgewicht sein, wenn

$$x = \left(\frac{3}{2} - \frac{B}{A}\frac{\sqrt{3}}{2}\right) b.$$

Hieraus folgt, dass der Würfel allein entsteht, wenn

$$\frac{A}{B} < \frac{1}{\sqrt{3}},$$

das Oktaëder allein, wenn

$$\frac{A}{B} > \sqrt{3},$$

während für jeden zwischen diesen Grenzen liegenden Werth von $A : B$ ein Cubooktaëder mit bestimmtem Grössenverhältniss der beiderlei Flächen resultirt.

Sind mehrere Krystalle in der Mutterlauge vorhanden, so wird der stabile Gleichgewichtszustand eintreten, wenn die gesammte Oberfläche die kleinste ist, d. h. wenn alle Krystalle zu einem einzigen vereinigt sind. Hiermit steht die bekannte Thatsache im Einklang, dass in gesättigter Mutterlauge grössere Krystalle kleinere aufzehren.

Der Verf. will mit Vorstehendem keine Theorie der Bildung der Krystalle geben, meint aber, dass jede derartige Theorie frei von Widersprüchen mit den obigen Principien sein müsse. Er lässt es dahingestellt und durch Versuche zu entscheiden, ob ein Krystall in gesättigter Mutterlauge bei constanter Temperatur, wenn er die dem stabilen Gleichgewichtszustande entsprechende Gestalt nicht besitzt, letztere spontan annimmt oder nicht.

Ref.: P. Groth.

57. F. Gonnard in Lyon: **Flussspathkrystalle von Sainte-Foy-l'Argentière, Dep. Rhône** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, 8, 151—153). Auf kleinen Quarzgängen im Porphyr finden sich a. g. O. neben Baryttafeln kleine Würfel von Flussspath mit sehr untergeordneten Flächen des Dodekaëders und eines Ikositetraëders. Dieselben zeigen sich im Innern aus abwechselnd farblosen und violetten, hexaëdrischen Schichten zusammengesetzt, von denen eine violett gefärbte durch das Dodekaëder abgestumpft erscheint, eine andere aus einem Agglomerat sehr kleiner violetter Hexaëder besteht. Andere zeigen in einer farblosen Grundmasse vier violette, durch ein farbloses Kreuz getrennte Quadrate, deren jedes an der nach aussen gekehrten Ecke abgestumpft ist und welche durch zwei diagonale, in der Mitte sich kreuzende violette Streifen verbunden sind.

Ref.: P. Groth.

58. H. Dufet (in Paris): **Ueber die Aenderung der Brechungsexponenten durch die Wärme** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, 8, 171—304). Der Verf. bespricht zunächst die Fehlerquellen der Prismenmethode und weist nach, dass die Bestimmung der mittleren Aenderung des Brechungsexponenten für ein gewisses Temperaturintervall, besonders bei Flüssigkeiten, nur dann einigermassen genau ausfällt, wenn die Messung der Temperaturen eine sehr sorgfältige ist. Ausserdem hängt das Resultat der Bestimmung davon ab, ob die Messung in einem Erhitzungskasten mit planparallelen Fenstern geschieht oder ob letztere den Seiten des Prisma parallel sind; in ersterem Falle wird der Brechungsexponent des erwärmten Körpers gemessen in Bezug auf warme Luft, im zweiten Falle in Bezug auf solche von der Zimmertemperatur; die Differenz beträgt beim Quarz ein Viertel der zu messenden Aenderung des Brechungsindex. In derselben Weise werden alsdann die Fehlergleichungen hergeleitet für die beiden, auf der Interferenz des Lichtes beruhenden Methoden von Jamin, bei welcher von den beiden interferirenden Strahlenbündeln einer durch den zu untersuchenden Körper hindurchgeht und die durch die Erwärmung desselben hervorgebrachte Verschiebung der Interferenzstreifen gemessen wird, — und der von Fizeau, bei welcher die an der Ober- und der Unterseite des Körpers reflectirten Strahlen zur Interferenz gelangen. In beiden Fällen hängt der Fehler ausser von der Genauigkeit der Messung der Streifen hauptsächlich ab von der Sorgfalt, mit welcher die

Temperaturen bestimmt werden, bei der letzten Methode auch von der Genauigkeit der Bestimmung des Ausdehnungscoëfficienten des Körpers.

Der Verf. lässt nunmehr seine Untersuchungen über die Aenderung der Brechungsexponenten des Quarzes folgen, über welche er bereits im vorhergehenden Jahre (s. diese Zeitschr. **11**, 192) berichtet hatte. Es werden nunmehr alle Details der Messungen, sowie die Correctionen der angewendeten Thermometer etc. und als definitive Werthe der Aenderungen der beiden Brechungsindices gegeben:

$$\frac{dE}{dt} = -0,000\,007\,223 - 0,000\,000\,0037\,t.$$

$$\frac{dO}{dt} = -0,000\,006\,248 - 0,000\,000\,0005\,t.$$

Diese Zahlen weichen von den früher mitgetheilten (s. l. c. S. 194) ein wenig ab in Folge eines inzwischen nachgewiesenen Fehlers in der Bestimmung des Brechungsexponenten der Luft. Diejenigen, welche früher von Fizeau gefunden wurden, sind etwas niedriger, und diese Differenz bleibt auch bestehen, wenn man, wie es der Verf. gethan hat, Fizeau's Messungen mit den von Benoît bestimmten Werthen der Ausdehnungscoëfficienten des Quarzes neu berechnet.

An diesen Theil der Arbeit schliesst sich eine ausführliche Untersuchung über die Brechungsexponenten des Wassers für verschiedene Temperaturen an, welche theils mit der Prismenmethode, theils durch Beobachtung der Talbot'schen Linien, durch Einfügen einer Quarz- resp. einer Crownglas-Platte in die Flüssigkeit hervorgebracht, gemessen werden. Die Resultate werden eingehend mit den Messungen anderer Autoren verglichen. Die hierdurch sehr genau bekannten Werthe der Variation des Brechungsindex des Wassers werden nun benutzt, um für verschiedene Temperaturen die Brechungsverhältnisse einer im Wasser befindlichen Flussspath-Platte mittelst der durch diese Combination hervorgebrachten Talbot'schen Linien zu bestimmen. Es ergiebt sich, dass der Brechungsexponent (für *Na*-Licht) des Flussspath sehr regelmässig für 1° Temperaturerhöhung um 0,0000134 abnimmt.

Beryll. Für die Ausdehnungscoëfficienten senkrecht (μ_1) und parallel (μ_2) zur Axe fand neuerdings Benoît:

$$\mu_1 = -0,000\,000\,9937 + 0,000\,000\,009\,316\,t.$$
$$\mu_2 = -0,000\,001\,3409 + 0,000\,000\,008\,06\,t.$$

Ein Prisma aus demselben, blassgrünlichgelben, sehr klaren Krystalle parallel zur Axe geschliffen, zeigte im convergenten Lichte vollkommen normales optisches Verhalten. Der Verf. fand mittelst der gewöhnlichen Methode die Brechungsexponenten:

	O	*E*
Li-Licht	1,58620	1,57910
Na-Licht	1,58935	1,58211
Tl-Licht	1,59210	1,58485

Die Untersuchung einer dünnen Beryllplatte mittelst der Talbot'schen Linien ergab für beide Brechungsexponenten eine Variation mit der Temperatur, welche so ähnlich war, dass diejenige der Doppelbrechung daraus nicht genau genug abgeleitet werden konnte. Es wurde daher die letztere direct bestimmt durch Messung der Verschiebung der Fizeau-Foucault'schen Streifen, welche

mittelst einer 8,7 mm dicken Beryllplatte erzeugt wurden, genau so wie früher beim Quarz (s. diese Zeitschr. **11**, 193), und gefunden:

$$\frac{d(O-E)}{dt} = 0,000\,000\,91 - 0,000\,000\,0026\ t.$$

Dieses Resultat wurde nun mit dem nach der ersteren Methode gefundenen combinirt, um die Aenderungen des ordinären Brechungsexponenten zwischen 17° und 48° zu berechnen, aus denen sich die Formel ergiebt:

$$\frac{dO}{dt} = 10^{-7}\,(189,4 - 10,340\ t + 0,2735\ t^2),$$

aus welcher alsdann folgt:

$$\frac{dE}{dt} = 10^{-7}\,(180,3 - 10,314\ t + 0,2735\ t^2).$$

Man sieht hieraus, dass die Brechungsexponenten des Beryll in den angegebenen Grenzen mit steigender Temperatur grösser werden und ihre Zunahme für je einen Grad fortwährend wächst. Ebenso anomal verhält sich der Beryll in Bezug auf die Ausdehnung durch die Wärme, da seine beiden fast gleichen Dilatationscoëfficienten entgegengesetzt sind.

Schliesslich werden noch die Brechnungsverhältnisse einiger Flüssigkeiten untersucht, von denen nur zwei für krystall-optische Zwecke in Betracht kommen, Schwefelkohlenstoff und α-Bromnaphtalin.

Schwefelkohlenstoff. Mit einem Hohlprisma wurde gemessen:

Linie	Brechungsexponent bei 19°	bei 25°	Aenderung für 1°
A	1,609462	1,604694	—0,0007947
B	1,615645	1,610834	8016
Li	1,617365	1,612537	8047
C	1,618936	1,614100	8060
D_2	1,628388	1,623454	8223
Tl	1,639293	1,634243	8417
E	1,641164	1,636099	8422
F	1,653196	1,648015	8635
H	1,701028	1,695116	9853

Hieraus folgt für die D-Linie

$$n = 1,644012 - 0,0008223\ t.$$

Der Factor von t hat den hier angegebenen Werth aber nur für $t = 22^0$ (Mittel der obigen Temperaturen) und ist variabel mit der Temperatur. Durch Beobachtung der Talbot'schen Streifen, welche durch eine in die Flüssigkeit eingetauchte Quarzplatte hervorgebracht wurden, fand der Verf. für die Aenderung des Brechungsexponenten mit der Temperatur Werthe, welche sich durch die Gleichung ausdrücken lassen:

$$\frac{dn}{dt} = -\ 0,000\,6329 - 0,000\,00870\ t.$$

Von den früheren Messungen stimmen am besten mit denen des Verf. diejenigen von Verdet überein.

α-Bromnaphtalin. Für die Dichte bei verschiedenen Temperaturen ergab sich:

$$D_t = 1,55778 - 0,0010145\,t - 0,000\,000\,119\,t^2.$$

Aus einer Reihe von Messungen mit einem Prisma und Natriumlicht wurde die Formel abgeleitet:

$$n = 1,67169 - 0,0004537\,t.$$

Die Dispersion ergiebt sich aus folgenden, für 23,5° C. geltenden Zahlen:

Linie		
Linie *B*	$n =$	1,64923
- *C*		1,65219
- *D*		1,66102
- *F*		1,68480

Die Aenderung des Brechungsindex mit der Temperatur ist sehr nahe der letzteren proportional. Im Mittel wurde gefunden die Abnahme für je 1° = 0,00046, sehr nahe übereinstimmend mit den Angaben von Fock.

Ref.: P. Groth.

59. C. Friedel und **E. Sarasin** (in Paris): **Krystallisation des Calcit aus einer Lösung von Chlorcalcium** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, **8**, 304 bis 305). Kohlensaurer Kalk, mit Natriumcarbonat aus Chlorcalcium gefällt, wurde mit überschüssiger Chlorcalciumlösung in einem mit Platin ausgefütterten Stahlrohre 10 Stunden lang auf 500° erhitzt und dann langsam abgekühlt. Das erhaltene Krystallpulver bildete kleine Rhomboëder $R(10\bar{1}1)$ mit $0R(0001)$, manchmal nach letzterer tafelartig. Bei einem Versuche mit grossem Ueberschuss von $CaCl_2$ waren die Rhomboëder gross genug, um eine Messung zu gestatten (74° 52′—55′) und zum Theil parallel der Hauptaxe aneinandergereiht zu Stäben, deren Ende das Skelett eines grösseren Krystalls bildete. Wahrscheinlich beruht das Wachsthum des Calcits hier auf einer Zersetzung und successiven Wiederbildung desselben. In reinem Wasser entstehen keine Krystalle; auch wurde niemals eine Bildung von Aragonit wahrgenommen.

Ref.: P. Groth.

60. A. Damour (in Paris): **Analyse eines rosafarbenen Thones** (Ebenda, 305—306). Das von Baret (s. diese Zeitschr. **11**, 635) beschriebene thonige Mineral giebt an verdünnte Salzsäure 2,95 % (*Si, Al, Ca, Mg, K*) ab; der Rückstand ist noch rosafarben und besteht aus Krystallen, deren Analyse ergab:

		Sauerstoff:
SiO_2	53,11	28,32
Al_2O_3	21,22	9,88
FeO	1,04	—
MnO	0,40	—
MgO	2,32	—
K_2O	0,79	—
H_2O	21,70	19,28
	100,58	

Daraus folgt die Formel: $Al_4Si_9O_{24} . 12H_2O$. Spec. Gew. 2,07.

Ref.: P. Groth.

61. F. Gonnard (in Lyon): **Zwillingsbildung des Orthoklas von Four la Brouque** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, 8, 307—308). Der Verf. fand unter den Zwillingen der Orthoklaskrystalle von Four la Brouque (s. diese Zeitschr. **10**, 643) ein Exemplar, bei welchem eine (110)-Fläche des einen Krystalls nahezu mit einer (010)-Fläche des anderen zusammenfällt, so dass die Zwillingsstellung durch eine Drehung von ca. 120⁰ um die Verticalaxe zu Stande kommt, was für den pseudohexagonalen Charakter der Verticalaxe des Feldspath spricht.

Anmerk. d. Ref. Dieses Zwillingsgesetz ist jedenfalls identisch mit dem von Naumann und Miller am Orthoklas nachgewiesenen Gesetze, nach welchem die Zwillingsebene eine Fläche von (130) ist.

Ref.: P. Groth.

62. Derselbe: Martit vom Mont-Dore (Ebenda, 308—309). In einer Gesteinshöhlung im Trachyt, nahe dem Gipfel des Cuzau, findet sich der Martit in sehr regelmässigen Wachsthumsformen, Aneinanderreihungen von Oktaëdern nach den drei Hauptaxen.

Ref.: P. Groth.

63. G. Cesàro (in Lüttich): **Eine neue Fläche am Gyps** (Ebenda, 317—320). An einem Zwillinge aus Tirol beobachtete der Verf. eine Fläche, welche er für neu hielt, die aber, seiner Beschreibung nach, keine andere ist, als die gewöhnliche Hemipyramide (111) (in der Miller'schen Stellung), deren Lage an verschiedenen Krystallen eine um mehrere Grade schwankende war.

Ref.: P. Groth.

64. A. Lacroix (in Paris): **Ueber die Bestimmung der Zeolithe** (Ebenda, 321—367). Die Zeolithe finden sich bekanntlich sehr häufig in faserigen oder anderen Aggregaten ohne deutliche Krystallformen, so dass ihre Bestimmung bei Gesteinsuntersuchungen alsdann sehr erschwert ist. Der Verf. hat daher die wichtigsten Hülfsmittel, durch welche in solchen Fällen die verschiedenen zeolithischen Mineralien von einander unterschieden werden können, zusammengestellt und dabei besonders das Verhältniss der Stärke der Doppelbrechung zur Richtung der Verlängerung in den faserigen Aggregaten berücksichtigt. Die Doppelbrechung wurde nach dem Verfahren von Michel-Lévy (s. diese Zeitschr. **10**, 632) bestimmt, und eine Verlängerung wurde positiv genannt, wenn sie der Richtung des grössten Brechungsindex unter den beiden, welche einem Längsschliff entsprechen, parallel ist, andernfalls wurde sie als negativ bezeichnet. Die angegebenen Polarisationsfarben entsprechen einer Dicke von ungefähr 0,02 mm.

Pektolith. Positiv in allen Schnitten parallel der Faserrichtung; in demjenigen der maximalen Doppelbrechung [ungefähr senkrecht zu (001)] ist diese = 0,0379 und die Polarisationsfarbe Orange zweiter Ordnung. Querschnitte zeigen die Spaltungsrisse unter 85⁰.

Längsschnitte ‖ (100) ähneln dem Diallag, der aber in den betreffenden Schnitten fast immer schiefe Auslöschung zeigt. Die Querschnitte sind von solchen des Augit durch ihre schwache Doppelbrechung (bläulichgrau der 1. Ordn.) zu unterscheiden. Zur Controle können noch mikrochemische Reactionen herbeigezogen werden.

Prehnit. Verlängerung nach der Axe a, die Fasern oft flach nach der Spaltungsfläche (001). Maximale Doppelbrechung in (010) = 0,0336 (grün-

blau 2. Ordnung). Alle Längsschliffe negativ; die Auslöschung in Folge der bekannten Complicationen der Structur moiréeartig, wie beim Chalcedon. Querschliffe zeigen der Basis parallele Auslöschung.

Thomsonit. Faserig nach (110). Doppelbrechung in Schliffen nach der Basis, d. i. der optischen Axenebene, 0,0273 (Violettroth 2. Ordn.). In Längsschliffen wechselt das Vorzeichen, die Auslöschung ist meist regelmässig der Verlängerung parallel. Die basischen Schnitte zeigen rechtwinklige Spaltungsrichtungen und diesen parallele Auslöschungen.

Vom Pektolith ist das Mineral durch die viel geringere Doppelbrechung zu unterscheiden, mit dem Prehnit zeigt es dagegen in Schliffen nach der Spaltungsfläche (010) Aehnlichkeit im optischen Verhalten, bis auf die Lage der optischen Axenebene, welche beim Prehnit parallel und beim Thomsonit transversal zur Verlängerung ist.

Von den folgenden Zeolithen unterscheiden sich die drei vorhergehenden Mineralien durch ihre starke Doppelbrechung.

Natrolith. Verlängerung || (110); Schliffe nach der Axenebene (010) haben $\gamma - \alpha = 0,0119$ und zeigen Graublau der ersten Ordnung. Alle Längsschnitte positiv mit paralleler Auslöschung, nur bei dichteren Varietäten (Bergmannit u. s. w.) erscheint Aggregatpolarisation.

In letzterem Falle kann leicht eine Verwechselung eintreten mit Chalcedon, welcher ebenfalls in sphärolithischen Aggregaten vorkommt; man unterscheidet diese durch ihre optische Einaxigkeit im convergenten Lichte vom optisch zweiaxigen Natrolith. Sehr schwer von letzterem zu unterscheiden ist mancher in Gesteinen vorkommender Baryt, der ein ganz übereinstimmendes optisches Verhalten zeigt; hier ist es am besten, das Verhalten zu Säuren zu prüfen.

Skolezit. Längsschliffe negativ und Auslöschungsschiefe bis 16^0 (durch diese beiden Eigenschaften leicht von Natrolith zu unterscheiden); stets Zwillingsbildung. Die 16^0—17^0 zur Längsrichtung geneigte Axenebene zeigt $\gamma - \alpha = 0,0083$ und als Polarisationsfarbe Graublau 1. Ordnung.

Mesolith. Die vom Verf. untersuchten Aggregate bestanden aus positiven und negativen Nadeln, was dafür sprechen würde, dass dieselben ein Gemenge von Skolezit und Natrolith seien.

Laumontit kommt nur in einigen schottischen Melaphyren in etwas grösserer Menge vor. Die Längsschliffe sind theils positiv, theils negativ; diejenigen nach der optischen Axenebene (010) haben $\gamma - \alpha = 0,0090$ und zeigen Graublau 1. Ordnung; die Schiefe der Schwingungsrichtung ist hier 25^0; für prismatische Flächen nimmt sie zu bis 45^0 und fällt nach (100) hin rasch auf Null. Durch die hohen Werthe der Auslöschungsschiefe ist das Mineral am besten von den vorhergehenden zu unterscheiden.

Okenit. Aggregate sehr feiner, verworrener, longitudinal auslöschender Nadeln, deren Verlängerung negativ ist. Maximale Doppelbrechung 0,0091 (Graublau 1. Ordn.).

Xonotlit ist mit dem vorigen identisch.

Epistilbit. Verlängerung nach (110); Längsschnitte sämmtlich negativ, diejenigen nach der Axenebene (010) haben $\gamma - \alpha = 0,0100$ (Graublau 1. Ordnung); stets Zwillinge, deren beiden Theile, einander mannigfaltig begrenzend, wenig verschieden auslöschen (Schiefe auf (010) = 9^0). Durch die häufig unregelmässigen Zwillingsgrenzen namentlich vom Skolezit leicht zu unterscheiden; beide haben auch in Querschliffen wegen der abweichenden Spaltbarkeit ganz verschiedenes Aussehen.

Stilbit (Desmin). Verlängerung nach der Verticalaxe. Beim Puflerit von Tirol wurde in der Axenebene, zugleich Ebene der vollkommenen Spaltbarkeit, gefunden: $\gamma - \alpha = 0{,}0093$ (Graublau 1. Ordn.). Schliffe von Stilbit nach dieser Ebene sind negativ und zeigen eine Auslöschungsschiefe von 0^0-10^0, welche aber oft wegen der mannigfachen Durchdringung der Zwillingspartien sehr schwer zu bestimmen ist. Anders orientirte Schliffe sind wegen der vollkommenen Spaltbarkeit, welche die am meisten charakteristische Eigenschaft des Stilbit bildet, nur schwer herzustellen; solche nach (001) sind positiv und senkrecht zur Mittellinie.

Heulandit. Platten parallel der optischen Axenebene ergaben die Doppelbrechung 0,0066 (Grau 1. Ordnung). Zur Bestimmung dienen am besten Spaltungsflächen, welche im convergenten Lichte den spitzen Axenwinkel zeigen. Dieselben lassen im parallelen Lichte Zwillingspartien erkennen, welche auch in Schliffen nach (001) sichtbar sind; die Zwillingsebene scheint (100) zu sein.

Die folgenden Mineralien treten nicht in faserigen Aggregaten, sondern nur in Krystallen auf, welche aber zuweilen so zusammengehäuft sind, dass eine ähnliche Prüfung zur Bestimmung nothwendig wird.

Phillipsit. Die Aggregate zeigen Zwillingsbildung, ähnlich dem Epistilbit und sehr variable Auslöschung. Die Verlängerung ist stets positiv.

Der Harmotom kann vom vorigen nur unterschieden werden durch die Lage der optischen Axen und durch chemische Prüfung.

Der Brewsterit tritt nur in Krystallen auf, welche durch ihre Form und Gruppirung leicht zu bestimmen sind.

Apophyllit könnte nur mit Heulandit verwechselt werden, von dem er durch seine Einaxigkeit unterschieden wird.

Dolianit ist basisch spaltbar und negativ einaxig, vom vorigen durch grössere Doppelbrechung unterschieden. Die Spaltungsplatten zeigen eine inhomogene Beschaffenheit ohne deutliche Auslöschung.

Analcim lässt zuweilen faserige Partien erkennen, welche vielleicht auf einer Umwandlung beruhen; von den eigentlich faserigen Zeolithen sind diese zu unterscheiden durch ihre sehr schwache Doppelbrechung und im convergenten Lichte durch ihre Einaxigkeit.

Eudnophit, dem vorigen sehr ähnlich, ist durch seine Zweiaxigkeit zu erkennen.

Chabasit ist auch, wenn die Krystalle nicht frei ausgebildet sind, charakterisirt durch seine Spaltungsflächen, die Doppelbrechung (im Maximum 0,0028) und die positiven rhombischen Schnitte. Manchmal erscheinen Zwillingsbanden mit 7^0-8^0 Auslöschungsschiefe. Alle diese Charaktere fehlen dem Levyn.

Der Herschelit von Aci Castello erwies sich zusammengesetzt aus schwächer und stärker doppeltbrechenden prismatischen Gebilden. Dieselben sind senkrecht zur Längsrichtung spaltbar und löschen parallel aus, durch welche Eigenschaften sie leicht von dem begleitenden Phillipsit unterschieden werden.

Gmelinit lässt sich vom Chabasit und Levyn trennen durch seine viel schwächere Doppelbrechung, vom Analcim durch die Constanz der letzteren und durch die Häufigkeit unregelmässiger Einlagerungen.

Die krystallinischen Massen des Gismondin vom Capo di Bove zeigen im Schliff ein unregelmässiges Aggregat mit sehr variablen und unvollkommenen Auslöschungen; die maximale Doppelbrechung ist 0,0082 (Grau 1. Ordn.). Der zuweilen ähnliche Phillipsit unterscheidet sich davon durch seine Spaltbarkeit.

Ref.: P. Groth.

65. E. Bertrand (in Paris): **Optische Eigenschaften des Polyarsenit und Chondroarsenit** (Bull. d. l. soc. min. d. Fr. 1885, 8, 374). Der von Igelström (s. S. 515) beschriebene Polyarsenit ist zweiaxig mit einem Axenwinkel von 80^0—85^0 und negativer Doppelbrechung. Der Chondroarsenit besitzt ebenfalls einen grossen Axenwinkel und negative Doppelbrechung, während diejenige des Xanthoarsenit positiv zu sein scheint.

Ref.: P. Groth.

66. G. Cesàro (in Lüttich): **Ueber eine neue Fläche am Anatas** (Ebenda, 396—398). Der Verf. beschreibt einen der wohlbekannten gelben Anataskrystalle vom Binnenthal und erklärt die bekanntlich an diesen Krystallen recht häufige Fläche (335) für »neu«. Wir können dem Herrn Verf. nur rathen, die Arbeiten von Klein, Seligmann und Zepharovich zu studiren, ehe er fortfährt, am Anatas »neue« Flächen zu entdecken.

Ref.: P. Groth.

67. G. Wyrouboff (in Paris): **Betrachtungen über Isomerie und Polymorphie** (Ebenda, 398—406). Der Verf. weist auf die bekannten Widersprüche und Unklarheiten hin, welche betreffs der Definition der Worte »Isomorphie, Allotropie, Polymorphie« u. s. w. herrschen, und will alle chemisch gleich zusammengesetzten, in ihren Eigenschaften aber verschiedenen Körper in zwei Gruppen theilen: 1) Isomere (inclus. polymere und metamere), d. s. solche, deren chemische Verschiedenheit auch in Verbindungen bestehen bleibt, wie die verschiedenen Toluidine, Weinsäuren etc.; 2) polymorphe, d. s. solche, welche dieselben Verbindungen hervorbringen, wie z. B. die drei Titandioxyde.

Eine Eintheilung der Körper der ersten Abtheilung in chemisch-, physikalisch-, optisch-isomere u. s. w. hält der Verf. bei dem jetzigen Stande der Kenntniss für nicht durchführbar. Die allotropen Elemente scheinen ihm eine Zwischenstellung zwischen beiden Abtheilungen einzunehmen. Da auch bei dieser Auffassung die sich daraus ergebenden Fragen meist unbeantwortete sind und der Verf. die Untersuchungen O. Lehmann's, welche einen so wesentlichen Fortschritt auf diesem Gebiete bewirkt haben, gänzlich unberücksichtigt gelassen hat, so dürfen wir uns hier mit diesen Andeutungen über die Betrachtungen desselben begnügen.

Ref.: P. Groth.

68. L. J. Igelström (in Sunnemo): **Braunit von Jakobsberg in Wermland** (Ebenda, 421—424). Das bereits vor längerer Zeit vom Verf. entdeckte Mineral findet sich derb und in kleinen Krystallen im Urkalk, welcher dem Granulit eingelagert ist. Die letzteren, deren Formen nicht genauer bestimmt werden konnten, erscheinen nicht auf Drusen, sondern zerstreut im Kalk, mit kleinen Krystallen von rothem Mangangranat, schwarzem Idokras, Manganepidot, Glimmer etc. Die Analysen ergeben im Mittel:

SiO_2	8,67
MnO	(80,23)
FeO	1,33
MgO, CaO	0,95
PbO	0,65
O	8,17
	100,00

Die Kieselsäure scheidet sich durch Salzsäure in gelatinösem Zustande ab, und ebenso verhält sich der Braunit von Långban.

Ref.: P. Groth.

69. L. J. Igelström, Svanbergit von Horrsjöberg in Wermland (Bull. de la soc. min. de Fr. 1885, 8, 424—426). Der Verf. beschreibt das bereits in dieser Zeitschr. 9, 592 erwähnte Vorkommen etwas genauer. Es wurde daselbst 1883 ein jetzt im Museum in Stockholm befindliches Stück mit Krystallen von 7 mm Durchmesser gefunden. Dass auch die sehr zahlreichen kleinen bis fast mikroskopischen Krystalle dem Svanbergit angehören, wurde chemisch, sowie von Brögger und Morton auch auf krystallographischem und optischem Wege nachgewiesen.

Ref.: P. Groth.

70. A. Lacroix (in Paris): **Ueber Kirwanit und Hullit** (Ebenda, 428—433). Der von Thomson beschriebene Kirwanit bildet kleine, dunkelgrüne, faserige Massen in Andesit von NO-Irland. Die mikroskopische Untersuchung zeigte, dass die Fasern monosymmetrische, nach einem Prisma verlängerte Krystalle seien; Axenebene (010); die erste Mittellinie (negativ) bildet mit der Längsrichtung 72°. Spaltbarkeit nach dem Prisma, dessen Winkel dem der Hornblende ungefähr gleich ist. Absorption: a) blassgelb, b) gelbgrün, c) dunkel grasgrün. Doppelbrechung dreimal so stark als Quarz. Darnach ist der Kirwanit ein Amphibol und die Analyse kann nur deshalb ein abweichendes Resultat gegeben haben, weil das Mineral, wie die mikroskopische Untersuchung zeigte, mit secundären Bildungen innig gemengt ist, nämlich mit körnigen Aggregaten von Quarz und Epidot, welcher durch seine optischen Eigenschaften identificirt wurde.

Hullit (s. diese Zeitschr. 5, 615) vom Carnmoney-Hill bei Belfast, in olivinführendem Labrador-Dolerit: einfach brechende, sehr unregelmässig grünlichbraun gefärbte Substanz, gemengt mit Magnetit, Calcit, zahlreichen, meist sehr kleinen Resten von Plagioklas und mit schwach doppeltbrechenden kleinen Fasern, welche stellenweise ein Polarisationskreuz hervorbringen. Hiernach ist der Hullit kein homogenes Mineral.

Ref.: P. Groth.

71. Derselbe: Optische Untersuchung des Botryolith (Ebenda, 433 bis 435). Die kugeligen Aggregate des Botryolith von Arendal bestehen aus Schichten von divergent faseriger Structur; die Längsrichtung der Fasern entspricht der Symmetrieaxe des Datolith; die Lage der optischen Axen, sowie die Stärke der Doppelbrechung wurden identisch mit den an Datolithkrystallen beobachteten Eigenschaften gefunden.

Ref.: P. Groth.

72. Derselbe: Identität des Dreelit mit dem Baryt (Ebenda, 435—437). Der von Dufrenoy als rhomboëdrisch krystallisirend beschriebene Dreelit stammt von den Halden der Bleiglanzgrube von la Nuissière (Chenelette), Dep. Rhône, doch konnte der Verf. daselbst nichts mehr von dem Mineral entdecken. Die Untersuchung der Exemplare in den Pariser Sammlungen zeigte, dass die unreinen trüben Krystallfragmente einen klaren Kern besitzen, dessen Axenwinkel $2E =$ circa 70°, etwas kleiner, als beim Baryt, gefunden wurde; alle übrigen

Eigenschaften, Spaltbarkeit, Doppelbrechung u. s. w. sind vollkommen mit denen des Baryt übereinstimmend.

Ref.: P. Groth.

73. **Baret** (in Nantes): **Sternsapphir aus d. Dép. Loire-Inférieure** (Ebenda, 438—439); **A. Lacroix** (in Paris): **Bemerkungen hierzu** (Ebenda, 440). Der Verf. der ersten Mittheilung entdeckte in einem Felde von la Mercredière, Gemeinde la Haye-Fouassière (Loire-Inférieure), lose Sapphirkrystalle, welche nach dem zuweilen anhängenden Feldspath und Glimmer wahrscheinlich aus einem Pegmatitgang in dem unterlagernden Gneiss herstammen. Es sind bis 12 mm dicke, konisch zugespitzte hexagonale Prismen, deren Basis die blaue Farbe unterbrochen zeigt durch einen sechsstrahligen schimmernd weissen Stern. Nach der mikroskopischen Untersuchung von Lacroix ist das blaue Pigment sehr unregelmässig vertheilt; im polarisirten Lichte erscheinen die bekannten Anomalien: breite, doppeltbrechende Streifen parallel den Prismenflächen mit paralleler Auslöschung und einem optischen Axenwinkel bis 20° (Axenebene parallel den Prismenflächen).

Ref.: P. Groth.

74. **Baret** (in Nantes): **Alunogen von Saint-Nazaire** (Ebenda, 440—441). Die Substanz bildet meist gelblich gefärbte Ueberzüge auf den Felsen der Küste Saint-Nazaire, bei der Tour du commerce, und giebt die Reactionen von Thonerde und Schwefelsäure.

Ref.: P. Groth.

75. **E. Mallard** (in Paris): **Ueber die Theorie der Zwillinge** (Ebenda, 452—469). Der Verf. theilt die regelmässigen Verwachsungen der Krystalle in zwei Klassen, die eigentlichen Zwillinge (»groupements par juxtaposition«), in denen die Krystalle mit einer Ebene verwachsen sind, und die »groupements par pénétration«, deren Krystalle sich mit im Allgemeinen unregelmässigen Grenzen gegenseitig durchdringen.

1) Zwillinge. Für diese gilt das Gesetz, dass die Molekularnetze beider Krystalle symmetrisch sind zu einander in Bezug auf die Zwillingsebene. Unter dem »Molekularnetz« ist hier nur die Anordnung der Schwerpunkte der Moleküle zu verstehen; fügt man dazu die Krystallmoleküle selbst, so entsteht der »Krystallbau«, dessen Symmetrie sich von der des Molekularnetzes nicht unterscheidet, wenn der Krystall holoëdrisch ist. In diesem Falle sind die beiden im Zwilling verbundenen Krystalle selbst symmetrisch zu einander in Bezug auf die Zwillingsebene.

In den hemiëdrisch krystallisirenden Substanzen werden nun zweierlei Stellungen der Moleküle angenommen, wodurch zwei Arten des Krystallbaues entstehen, welche zu einander symmetrisch sind in Bezug auf ein Element der Symmetrie (Centrum, Ebene oder Axe), welches dem Molekularnetz, aber nicht mehr dem Krystallbau angehört. Enthält nun ein Krystall des Zwillings die Moleküle nur in einer der beiden Stellungen, d. h. ist er hemiëdrisch, so kann das dazu symmetrische Molekularnetz des zweiten Krystalls die Moleküle entweder in derselben Stellung oder in entgegengesetzter enthalten, und daher sind bei einem Zwilling zweier hemiëdrischer Krystalle die positiven Flächen des einen in

Bezug auf die Zwillingsebene symmetrisch mit den positiven oder mit den negativen, hemiëdrischen Flächen des anderen Krystalls. Nur in dem ersteren dieser beiden Fälle wird eine Drehung des einen Krystalls von 180° um die Normale zur Zwillingsebene denselben zur Congruenz bringen mit dem zweiten.

Tritt dieser Fall ein bei einer Hemiëdrie, in welcher alle Symmetrieaxen der Holoëdrie erhalten sind und nur das Centrum der Symmetrie fehlt, also bei einer enantiomorphen Hemiëdrie, so sind die beiden Krystalle des Zwillings solche gleicher Art und in Folge dessen in Bezug auf keine Ebene zu einander symmetrisch. Ein Beispiel geben die Zwillinge des Rohrzuckers mit der Zwillingsebene (100). Tritt dagegen bei einer solchen Hemiëdrie der zweite Fall ein, so ist die Orientirung der Moleküle im zweiten Krystall die symmetrisch entgegengesetzte zu der im ersteren Falle diesem Krystall angehörigen; alsdann sind die beiden Krystalle zu einander symmetrisch in Bezug auf die Zwillingsebene; der eine ist ein rechter, der andere ein linker (Zwillinge des chlorsauren Natrium).

Bei einer Hemiëdrie, in deren Formen ausser dem Centrum der Symmetrie noch wenigstens eine binäre Symmetrieaxe unterdrückt ist (z. B. die tetraëdrische des regulären Systems), ergiebt der erste jener beiden Fälle der Zwillingsverwachsung keine Symmetrie in Bezug auf die Zwillingsebene. Um den zweiten Krystall zum ersten symmetrisch zu machen, müsste man ihn ausserdem noch um 180° drehen um eine Richtung, welche, wenn er holoëdrisch wäre, binäre Symmetrieaxe sein würde. Diese beiden Drehungen können durch eine einzige ersetzt werden, deren Grösse aber im Allgemeinen nicht = 180° ist (nämlich nur dann, wenn die binäre Symmetrieaxe in die Zwillingsebene fällt). Derartige unsymmetrische Zwillinge sind die bekannten Verwachsungen der Zinkblende nach einer Oktaëderfläche. Der zweite Fall liefert einen zur Zwillingsebene symmetrischen Zwilling, wie er beim Fahlerz vorkommt, wenn zwei Krystalle eine Tetraëderfläche gemeinsam haben und mit einer dazu senkrechten Fläche des Ikositetraëders (112) verwachsen sind; ebenso gehört hierher die symmetrische Verwachsung des Kupferkies (s. Fletcher, diese Zeitschr. **7**, 335, Tafel VI Fig. 11), welche, wenn man die übliche Definition durch Drehung benutzen wollte, zwei Drehungen von 180° erfordern würde.

Es bleiben endlich noch diejenigen Hemiëdrien übrig, bei welchen, wie z. B. bei der parallelflächigen des regulären Systemes, ein Centrum der Symmetrie existirt. Eine Drehung von 180° um die Normale zur Zwillingsebene führt dann zu einer in Bezug auf diese Ebene symmetrischen Stellung; es kann aber alsdann, ohne die Orientirung des Molekularnetzes zu ändern, durch Drehung um eine ausgefallene binäre Axe, die zweite hemiëdrische Orientirung des Krystalls hervorgebracht werden, und dann sind die beiden Krystalle des Zwillings nicht mehr symmetrisch.

Da hiernach die Definition der Zwillinge durch »Drehung (Hemitropie)« nur unnütze Complicationen schafft, schlägt der Verf. vor, dieselben einfach durch die »Zwillingsebene« zu definiren, wodurch bei holoëdrischen Krystallen die Bestimmung eine vollständige ist, während bei hemiëdrischen noch hinzugefügt werden muss, ob der Zwilling symmetrisch ist oder nicht.

2) Regelmässige Durchdringung (groupement par pénétration). Bei diesen gelangt man zu der relativen Stellung der beiden Krystalle, indem man den einen um 90°, 60°, 45° oder 30° um eine Molekularlinie dreht, welche, wie es scheint, stets eine Axe der Symmetrie oder Pseudosymmetrie des Molekularnetzes ist. Das erstere ist der Fall bei den rechtwinkeligen Durchkreuzungen von

Fahlerz und Eisenkies, das letztere bei den Karlsbader Zwillingen und denen des Periklin (Drehungsaxe pseudobinär).

Bei den Durchdringungen hemiëdrischer Krystalle ist das Molekularnetz beider genau, im zweiten Falle nur angenähert parallel; in letzterem sind die beiden Molekularnetze zu einander symmetrisch in Bezug auf eine Krystallfläche, z. B. die zahlreichen pseudohexagonalen Substanzen in Bezug auf eine Fläche des Prisma von circa 60°, und daher können die drei möglichen Orientirungen des Molekularnetzes auch in Form von »Zwillingen« nach einer derartigen Fläche zusammentreten. Hierdurch entstehen allerdings Uebergänge zwischen den beiden vom Verf. unterschiedenen Arten regelmässiger Verwachsungen.

Da bei den »Durchdringungen« die Molekularnetze der Krystalle genau oder nahezu die gleichen sind, so beweist die Häufigkeit solcher Verwachsungen, dass das Gleichgewicht in einem derartigen Systeme wesentlich von der Vertheilung der Schwerpunkte der Moleküle abhängt und die Orientirung der letzteren nur eine untergeordnete Rolle spielt. Bei den eigentlichen »Zwillingen«, deren Molekularnetze verschieden sind, liegen dieselben zu einander symmetrisch in Bezug auf eine Ebene von einfachem krystallographischen Charakter, welche daher einem System ebener Molekularschichten von relativ sehr grosser gegenseitiger Entfernung parallel ist, und das Gleichgewicht der Verwachsung hängt wesentlich ab von den Kräften zwischen den Gravitationscentren der beiden jener Molekularschichten, welche sich rechts und links von der Zwillingsgrenze befinden. Jede solche Schicht besitzt eine grosse Molekulardichte, innerhalb derselben wirken daher so starke Kräfte, dass man die Schicht als materielle Ebene betrachten kann, eine Auffassung, welche durch die Erscheinungen der Spaltbarkeit wesentlich unterstützt wird. Verschiebt man nun von zwei benachbarten derartigen Ebenen eines Krystalls die eine längs der andern, bis sie zu ihr in Bezug auf eine parallel zu beiden dazwischen gedachte Ebene symmetrisch geworden ist, so wird bei einem bestimmten Abstande beider wieder Gleichgewicht entstehen, denn die zu den beiden Ebenen normalen Resultanten der zwischen ihnen wirkenden Kräfte werden Null, ebenso aber auch die Resultanten der parallel denselben gerichteten Kräfte, da jeder auf irgend ein Molekül ausgeübter Kraft eine gleiche und entgegengesetzte zweite entspricht. Es ist dies der Vorgang, welcher bei den bekannten künstlichen Kalkspathzwillingen stattfindet. Natürlich müssen diese Verschiebungen von entsprechenden Drehungen der Moleküle um ihre Gravitationscentren begleitet sein.

Ref.: P. Groth.

76. A. Colson (in Paris): **Krystallform einiger Xylolderivate** (Ann. d. chem. et d. phys. 1885 [6], 86 f.).

Orthotolylenbromid, $C_6H_4(CH_2Br)_2$.

Durch langsames Verdunsten einer Lösung in Chloroform oder einer Mischung von Alkohol und Aether entstehen anscheinend rhombische Pyramiden; dieselben sind monosymmetrische Combinationen (110)∞P, (011)$\mathcal{R}\infty$, sehr selten mit (001)$0P$ und (100)$\infty\mathcal{P}\infty$. Es wurde gemessen:

(110):(1̄10) = *76° 0′
(011):(01̄1) = *77 30 (zweiter Krystall 77° 0′)
(001):(100) = *82 0
(011):(110) = 55 30 (Ref. ber. 55° 56′).

Die Symmetrieaxe ist erste Mittellinie der optischen Axen, Doppelbrechung ausserordentlich stark.

Orthotolylenchlorid, $C_6H_4(CH_2Cl)_2$.

Aus Petroleumäther. Krystalle von der Form des vorigen.

$(110):(\bar{1}10) = 76^0 30'$
$(001):(100) = 81\ 45$
$(011):(110) = 55\ 35$

Orthotolylenalkohol, $C_6H_4(CH_2.OH)_2$.

Wahrscheinlich monosymmetrisch. $(110):(\bar{1}10) = 59^0$, $(001):(100) = 71^0$ approx.

Metatolylenbromid.

Aus Chloroform. Dünne rhombische Prismen mit der Basis; $(110):(1\bar{1}0) = 82^0$ bis $82{,}^05$; häufig Zwillinge; spaltbar nach (100). Erste Mittellinie der Axen senkrecht zur Längsaxe der Nadeln, Axenebene parallel dazu. Die entsprechende Chlorverbindung scheint monosymmetrisch zu krystallisiren.

Vergleicht man die Krystallformen des Orthotolylenbromid mit der des von Grimaux dargestellten und von Friedel gemessenen Paratolylenbromid, so ergiebt sich:

	(110)	β	$a : b : c$
Ortho-Verb.	76^0	82^0	0,919 : 1 : 0,889
Para-Verb.	48	81	2,273 : 1 : 7,34

Beide Axenverhältnisse (in der Reihenfolge des Verf. angegeben) sollen dadurch ähnliche werden, dass a des zweiten $= 2\frac{1}{2} . 0,909$, $c = 8 . 0,916$. Die Körper haben übereinstimmend eine sehr starke Doppelbrechung und einen grossen Axenwinkel. $2E = 155^0$ für die Orthoverbindung, 125^0 für Metatolylenbromid; der Orthotolylenalkohol hat $2E = 134^0$.

Ref.: P. Groth.

77. Bodan Erben (in Prag): **Analysen böhmischer Mineralien** (Sitzungsber. d. k. b. Ges. d. Wiss. v. 13. Febr. 1885). 1. Carbonate aus dem Feldspathbasalt von Kolozruky zwischen Laun und Brüx, nordwestlich von Hořenec.

a) Kleine gelblichgraue convexe Rhomboëder, einzeln auf radialfaserigem, graugrünem, mit drusigem Quarz bedeckten dolomitischem Kalk aufgewachsen; spec. Gew. 2,728.

$CaCO_3$	94,91
$MgCO_3$	1,87
$FeCO_3$	3,07
Unlöslicher Rückstand	0,88
	100,73

b) Gelblichgraue nierenförmige, undeutlich faserige Aggregate mit sphärischen Bruchflächen; spec. Gew. 2,732.

$CaCO_3$	94,57
$MgCO_3$	1,74
$FeCO_3$	3,44
	99,75

Diese Aggregate wurden früher von Zippe und Reuss als Braunspath resp. Dolomit beschrieben.

c) Rhomboëder mit ebenen Flächen, weiss, auf derbem dolomitischen Kalk aufgewachsen; spec. Gew. 2,83.

$CaCO_3$	58,62
$MgCO_3$	40,03
$FeCO_3$	1,88
Unlöslicher Rückstand	0,23
	100,76

d) Derbe, undeutlich faserige Masse von ölgrüner Farbe; spec. Gew. 2,756.

$CaCO_3$	85,90
$MgCO_3$	7,29
$FeCO_3$	5,91
Unlöslicher Rückstand	0,18
	99,28

Die Altersfolge der untersuchten Mineralien ist die nachstehende: 1) undeutlich faseriger dolomitischer Kalk, unten ölgrün, oben mehr körnig und licht gelbbraun, 2) Quarz, 3) Chalcedon und Cacholong, 4) gelblicher körniger oder weisser krystallisirter Dolomit, 5) nierenförmige Aggregate von Calcit, endlich 6) eine dünne Hyalitschicht.

2. Thonerde- und Eisenoxydsulfate von Webrschan.

a) Weisses, mikrokrystallinisches Aggregat, Härte 1; in Wasser löslich; spec. Gew. = 1,72. Die gefundene Zusammensetzung ist unter I, unter II dieselbe nach Abzug von $FeSO_4.7H_2O$ und $MgSO_4.7H_2O$ angegeben:

	I.	II.	Molekularverhältniss:	
SO_3	38,88	38,75	0,4843	
Al_2O_3	15,43	15,78	0,1535	0,1647
Fe_2O_3	1,75	1,79	0,0112	
FeO	0,25	—	—	
CaO	Spur	—	—	
MgO	0,35	—	—	
H_2O	44,24	43,68	2,427	
	100,90	100,00		

Dies entspricht der Formel:

$$(Al, Fe)_2(SO_4)_3.15H_2O,$$

d. h. der Zusammensetzung des Keramohalit weniger $3H_2O$.

b) Dichte gelbe Masse, an feuchter Luft tief roth werdend; leicht löslich in Wasser; spec. Gew. 2,038. Analyse wie vorige berechnet:

	I.	II.	Berechnet n. d. Formel:
SO_3	37,90	38,96	38,96
$Fe_2O_3 (+ Al_2O_3)$	23,70	26,39	25,96
FeO	0,54	—	—
MgO	1,16	—	—
H_2O	35,70	34,65	35,07
Unlöslicher Rückstand	1,16	—	—
	100,16	100,00	

Hieraus folgt die Formel:

$$(Fe, Al)_2 (SO_4)_3 . 12 H_2 O,$$

d. i. diejenige des Ihleït Schrauf's (s. diese Zeitschr. **1**, 526).

Die beiden beschriebenen Sulfate treten als Efflorescenzen aus thonigen Schichten der unteren Kreideformation auf und bilden unregelmässige poröse Massen mit klein-nierenförmiger Oberfläche.

3. Feinfaseriger Baryt von Mies: Knollen von Glaskopfstructur, oberflächlich glatt und gelblich gefärbt, im Bruche seidenglänzend, lichtbraun, mit grauen concentrischen Streifen. Spec. Gew. 4,19. Beim Erhitzen decrepitirt das Mineral sehr stark und wird schwarz, durch stärkeres Erhitzen jedoch wieder weiss.

SO_3	31,93
BaO	63,15
CaO	0,15
Fe_2O_3	0,58
SiO_2	nicht bestimmt
Glühverlust	1,89
	97,70

4) Comptonit von Katzenburg bei Leitmeritz: 1 cm breite und 2 mm dicke tafelförmige Krystalle mit den Flächen (001), (110), (100), (010), fächerförmig zusammengehäuft, neben grossen Calcitkrystallen und klein-krystallisirtem Phillipsit. Spec. Gew. 2,388.

		Molekularverhältniss:		
SiO_2	36,90	0,615		2
Al_2O_3	31,83	0,309		1
CaO	13,66	0,243		
Na_2O	4,01	0,064	0,314	1
K_2O	0,72	0,007		
H_2O	13,36	0,742		$2\frac{1}{3}$
	100,48			

Dies ergiebt die Formel:

$$R Al_2 Si_2 O_8 . 2\tfrac{1}{3} H_2 O.$$

Von dem Wassergehalt entweicht bei 150° noch nichts, bei 190° C. 1,85 %, bei 200° 2,08 %, bei 280° 5,26 % (ungefähr 1 Mol.), der Rest erst bei Rothgluth. Dieses Verhalten entspricht also nicht der Ansicht des Ref. (Tabell. Uebers. d. Min.), dass vielleicht $\frac{1}{7}$ des Wassergehaltes dem Silicat angehöre, vielmehr muss dies mit dem grösseren Theil der Fall sein und nur ein kleiner Theil kann als Krystallwasser betrachtet werden.

Ref.: P. Groth.

Autorenregister.

Seite

Abbe's Analysator-Ocular 618
C. D. Ahrens, ein neues Polarisationsprisma. (Mit 1 Holzschnitt) 544
A. N. Alling, über den Topas von der Thomas Range, Utah. (Mit 1 Holzschnitt). 637
A. Arzruni, Krystallform des diacetonphosphinsauren Baryum 183
—— über einen Paragonitschiefer vom Ural 531
C. Bärwald, Untersuchung einiger Cölestine 228
Baret, Sternsapphir aus d. Dép. Loire-Inférieure. A. Lacroix, Bemerkungen hierzu 661
—— Alunogen von Saint Nazaire 661
H. Baumhauer, über die Structur und die mikroskopische Beschaffenheit von Speiskobalt und Chloanthit. (Mit Tafel I und II) 18
—— Zwillingsbildung des schwefelsauren Kali. (Mit Taf. VII.) Als Zusatz zum Referat Seite 305 308
F. Becke, über Zwillingsverwachsungen gesteinsbildender Pyroxene und Amphibole 88
—— Aetzversuche an Mineralien der Magnetitgruppe 287
J. Beckenkamp, krystallographische Untersuchung des Chinolin-p-Sulfobenzylbetaïns und einiger Papaverinverbindungen. (Mit 4 Holzschnitten) 159
—— über den Einfluss des Wasser- u. Alkoholgehaltes auf die geometrischen Formen des Chinidins und der Cholsäure. (Mit 4 Holzschnitten) 165
—— die Elasticitätscoëfficienten des Chromalauns und Eisenalauns 419
A. Becker, über die Schmelzbarkeit des kohlensauren Kalkes 91
—— über die chemische Zusammensetzung des Barytocalcits und des Alstonits 222
C. S. Bement, über neuere amerikanische Mineralvorkommen 179
E. Bertrand, Mikroskop zur optischen Untersuchung der Mineralien 206
—— über ein neues Refractometer 208
—— optische Eigenschaften des Polyarsenit und Chondroarsenit 659
D. Bizarri und S. Campani, gediegen Arsen vom Valtellina 194
U. P. Blake, die verschiedenen Formen des natürlichen Goldes 319
—— über den Uintahit 319
A. Brand, über Krystalle aus dem Gestübbe der Bleiöfen in Mechernich, welche dem Mineral Breithauptit entsprechen 234
R. Brauns, einige Beobachtungen und Bemerkungen zur Beurtheilung optisch anomaler Krystalle 311
W. G. Brown, über einen Quarzzwilling von Albermarle County, Virginia . . . 320
—— krystallographische Notizen 630
A. Brunnlechner, Beiträge zur Charakteristik der Erzlagerstätten von Littai in Krain 526
H. Bücking, Topas von San Luis Potosi und von Durango, Mexico. (Mit Taf. VII, Fig. 1—4) 424
—— Nachtrag zu Topas von Durango 451
L. Busatti, über einige Mineralien von Toscana 200

Seite
C. Busz, Krystallform des Traubensäuremethyläthers 185
F. J. P. van Calker, Universalprojectionsapparat. (Mit Taf. III, Fig. 5—10) . . 55
S. Campani s. D. Bizarri.
A. Cathrein, über Mineralien von Predazzo. (Mit 1 Holzschnitt) 34
—— Verwachsung von Ilmenit mit Magnetit. (Mit 1 Holzschnitt) 40
—— Zwillingsstreifung von Magnetit. (Mit 1 Holzschnitt) 47
P. Cazeneuve und J. Morel, über die kryst. Beziehungen der Campherderivate 642
G. Cesàro, über eine Verwachsung von Zinnerz 647
—— eine neue Fläche von Gyps 656
—— über eine neue Fläche am Anatas 659
Th. M. Chatard, Lucasit, eine neue Varietät des Vermiculit 629
K. von Chrustschoff, über pyrogenen Quarz und Tridymit 87
—— Plagioklas von Californien 204
—— Pyroxen aus dem Tachylit vom Rossberg 646
F. W. Clarke, Mineralien von Litchfield in Maine 503
F. W. Clarke und J. S. Diller, Türkis von Neu-Mexico 509
—— Untersuchung der Lithionglimmer 625
A. Colson, Krystallform einiger Xylolderivate 663
W. J. Cross, Topas und Granat in Lithophysen des Rhyolith 497
Whitmann Cross und G. L. Eakins, über den Ptilolit, ein neues Mineral . . 501
W. J. Cross und W. J. Hillebrand, Elpasolit, ein neues Mineral 495
J. Curie, krystallographische und thermoëlektrische Eigenschaften des Pyrit und Kobaltin 649
P. Curie, über die Bildung der Krystalle und die Capillaritätsconstanten ihrer verschiedenen Flächen 651
L. D'A. J., Eisenerzvorkommnisse in Indien 543
A. Damour, Analyse eines rosafarbenen Thons 655
—— s. Des Cloizeaux.
E. S. Dana, über den Columbit. (Mit 1 Holzschnitt) 266
—— zur Krystallisation des Goldes. (Mit 8 Holzschnitten) 275
—— mineralogische Notizen. (Mit 4 Holzschnitten) 459
—— über die Krystallisation des gediegenen Kupfers. (Mit Tafel XI—XIV in Holzschnitt) 569
—— Brookit von Magnet Cove, Arkansas 624
J. Danker, experimentelle Prüfung der aus den Fresnel'schen Gesetzen abgeleiteten Gesetze der Totalreflexion 472
M. Boyd Dawkins, Apatit von Ottawa in Canada 621
J. Deby, über den Cyprusit 616
A. Des Cloizeaux, über das Krystallsystem des Descloizit 178
—— und A. Damour, Bemerkungen über die chemische Zusammensetzung des Herderit 204
—— und F. Pisani, Untersuchung zweier Oligoklase 204
—— Krystallform des Benzolhexabromid 642
—— Krystallform des Chloralhydrat 649
J. S. Diller s. F. W. Clarke.
J. J. Dobbie, Saponit von Cathkin 620
H. Dufet, über die Aenderung der Brechungsexponenten durch die Wärme . . 652
L. G. Eakins, Allanit und Gadolinit 493
—— s. W. Cross.
V. von Ebner, die Lösungsflächen des Kalkspaths und Aragonits 298
F. Eichstädt, über das Krystallsystem und die krystallographischen Constanten des Gadolinit 523
Bodan Erben, Analysen böhmischer Mineralien 664
F. Feist, Topas vom Ilmengebirge. (Mit Tafel VII, Fig. 5—6) 434
—— krystallographische Untersuchungen. (Mit 2 Holzschnitten) 449
E. von Fleischl, die doppelte Brechung des Lichtes in Flüssigkeiten 188
G. Flink, mineralogische Notizen 515
F. A. Flückiger, Notiz über das Thallin 157
A. Fock, Krystallform des Isobenzalphtalimidin 187
—— Krystallform des Ferulaaldehyds 187
H. von Foullon, über einen neuen Anbruch von krystallisirtem Schwefel bei Truskawiec in Galizien 525

Seite

H. von Foullon, über rosenrothen Calcit von Deutsch-Altenburg 525
—— Calcit auf Kohle aus dem Münzenberger Bergbau bei Leoben 526
—— über die Krystallform des Barythydrat und Zwillinge des Strontianhydrat 531
—— über die Gesteine und Mineralien des Arlbergtunnels 533
C. Friedel, Krystallformen der Methylamin-Iridiumchloride 638
—— Krystallform des Trimethylammonium-Rhodiumchlorür 641
—— und J. Curie, über die Pyroëlektricität des Topas 205
—— und A. de Grammont, über die Pyroëlektricität des Skolezit 645
—— und E. Sarasin, Krystallisation des Calcits aus einer Lösung von Chlorcalcium 655
Arthur Gehmacher, die Krystallform des Pfitscher Zirkons. (Mit Tafel III, Fig. 1—4) 50
A. Genth, mineralogische Beiträge 487
D. C. Glen und F. Young, Saponit von Cathkin 620
F. Gonnard, Natrolith aus der Auvergne 649
—— Flussspathkrystalle von Sainte Foy l'Argentière (Rhône) 652
—— Zwillingsbildungen des Orthoklas von Four-la-Brouque 656
—— Martit vom Mont-Dore 656
H. Gorceix, Monazit von Caravellas, Brasilien 643
A. de Grammont s. Friedel.
D. N. Harper s. Penfield.
Hartnack's Mikroskop-Goniometer 619
F. Hatch, Feldspath aus dem Hornblende-Hypersthen-Andesit des Vulcans Charchani 87
Fr. v. Hauer, Die Gypsbildung in der Krausgrotte bei Gams 526
W. P. Headden, Columbit von Colorado 494
B. Hecht, über Prismen, welche zur Bestimmung von Brechungsindices durch Totalreflexion dienen sollen 474
Fr. Heusler und H. Klinger, über Selenide aus den Anden 186
W. E. Hidden, unechte Pseudomorphosen von Quarz 506
—— mineralogische Notizen 506
—— Smaragd und Hiddenit von Nord-Carolina 631
W. F. Hillebrand, Emmonsit, ein Eisentellurid 492
—— s. auch Cross.
C. Hintze, Krystallform des Diammoniumoxalats 184
—— Krystallform des sauren inactiven apfelsauren Ammoniums 185
—— Krystallform des o-Azoxytoluol 185
Th. Hiortdahl, Krystallform der Erdalkali-Molybdate. Die morphotropen Reihen des Scheelit. (Mit 1 Holzschnitt) 411
J. Hockauf, über Botryogen. (Mit 4 Holzschnitten) 240
O. W. Huntington, Azuritkrystalle von Arizona 319
—— Quarzzwillinge 320
—— über die krystallinische Structur der Eisenmeteoriten 622
E. Hussak, ein Beitrag zur Kenntniss der optischen Anomalien am Flussspath. (Mit Tafel X) 552
L. J. Igelström, Polyarsenit, ein neues Mineral von Sjögrufvan, Kirchspiel Grythytta, Amtsbezirk Örebro 515
—— Hämatostibiit, ein neues Mineral aus der Eisenerzgrube Sjögrufvan, Bez. Grythytta, Örebro 650
—— Braunit von Jakobsberg in Wermland 659
—— Svanbergit von Horrsjöberg in Wermland 660
A. Inostranzeff, Farbenvergleichung metallischer Mineralien unter dem Mikroskop 640
A. W. Jackson, mineralogische Beiträge 495
P. Jannasch, über den Wassergehalt des Klinochlors von der Mussa-Alpe . . . 309
E. Jannettaz, über einen Diamant vom Cap 644
—— über den Buratit von Laurium 645
H. F. Keller und H. A. Keller, eine neue Varietät des Kobellit 492
A. Kenngott, Nephrit von Jordansmühl in Schlesien. Magnetismus des Tigerauges. Topas von Ouro Preto 316
—— über Priceït, Colemanit und Pandermit 316
E. Ketteler, theoretische Optik, gegründet auf das Bessel-Sellmeier'sche Princip 477

Seite
Gerrard A. Kinahan, Apatit von Ottawa 621
G. Henry Kinahan, Genesis des Canadischen Apatits 621
D. Klein und J. Morel, über Tellurigsäure-Anhydrid 639
H. Klinger s. Heusler.
A. Knop, Beiträge zur Kenntniss einiger Glieder der Glimmerfamilie 588
—— über den Pseudobiotit 607
—— über krystallisirte Niobsäure 610
K. R. Koch, Beiträge zur Kenntniss der Elasticität des Eises 190
W. E. Koch, Turmalin von der Insel Mull 619
G. A. König, Stromeyerit von Mexico 621
—— Mangan-Zink-Serpentin von Franklin, N. J. 621
W. Koort, Beitrag zur Kenntniss des Antimonglanzes 78
G. F. Kunz, mineralogische Notizen 317
—— Kupfermineralien von Arizona 494
A. Lacroix, Hydrocerussit und Plumbocalcit von Wanlockhead 643
—— über den Baryt von Romanèche 644
—— Göthit von Chizeuil und Romanèche 644
—— Harmotom von Bowling in Schottland 646
—— über den Harringtonit 646
—— über den Bowlingit von Schottland 647
—— Rutil in Phlogopit 647
—— über die Bestimmung der Zeolithe 656
—— über Kirwanit und Hullit 660
—— optische Untersuchung des Botryolith 660
—— Identität des Dreelit mit dem Baryt 660
—— Bemerkung zu Baret: Sternsapphir 661
H. Laspeyres, Bemerkungen über die Aufstellung des Reflexionsgoniometers . . 176
G. La Valle, krystallographische Untersuchung organischer Verbindungen . . . 191
—— Krystallform des Carbonylpyrrols und Carbamidpyrrols 195
—— Krystallformen des Pyridinplatinchlorid 196
—— Krystallform des Dipyrrylketons 196
O. Lehmann, mikrophysikalische Untersuchungen 377
Th. Liebisch, über eine Goniometervorrichtung zur Messung zersetzbarer Krystalle 314
—— neuere Apparate zum Messen des Winkels der optischen Axen 314
—— über die Totalreflexion an optisch einaxigen Krystallen 464
—— über die Totalreflexion an doppeltbrechenden Krystallen 464
—— über die Bestimmung der Lichtbrechungsverhältnisse doppeltbrechender Krystalle durch Prismenbeobachtung 474
—— über die Bestimmung der optischen Axen durch Beobachtung der Schwingungsrichtungen ebener Wellen 477
G. Linck, krystallographische Untersuchungen. (Mit 6 Holzschnitten) 442
G. Lindström, Analyse eines Kupferminerals vom Sunnerskog 512
—— über Phosphorsäuregehalt im Feldspath 513
Th. Liweh, krystallographische Untersuchungen. (Mit 8 Holzschnitten) 151
Mit einer Notiz über das Thallin von F. A. Flückiger 157
—— Cölestin von Lüneburg. (Mit Tafel VII, Fig. 7—10) 439
A. A. Lösch, Brucit von Nikolaje-Maximilianowski im Ural 514
O. Lüdecke, Datolith von Casarza in Ligurien 294
—— krystallographische Beobachtungen an organischen Verbindungen. (Mit 5 Holzschnitten) 295
W. J. Macadam, über die chemische Zusammensetzung des Butyrellit 182
G. S. Mackenzie, seltene Kupfermineralien von Utah 182
H. G. Madan, eine Abänderung an Ahrens' Prisma. (Mit 1 Holzschnitt) 544
—— über das Ohm'sche Interferenzphänomen 618
—— Methode zur Erzeugung homogenen blauen Lichts 619
E. Mallard, über die Krystallform des Barytocalcit 645
—— über die Theorie der Zwillinge 661
J. G. Meem, Pseudomorphosen von Limonit nach Pyrit 496
St. Meunier, über einen Quellabsatz von Carmaux 638
—— zufällige Bildung von Anorthit 640
A. H. Miers, über Connellit und Monazit von Cornwall 181

Seite
A. H. Miers, Zonenformel für orthogonale Systeme 462
J. Morel s. Cazeneuve und Klein.
C. Morton, krystallographische Untersuchung von Verbindungen seltener Erdmetalle. (Mit 7 Holzschnitten) 517
O. Mügge, zur Kenntniss der durch secundäre Zwillingsbildung bewirkten Flächenverschiebungen. Mit einem Zusatz von H. Baumhauer. (Mit Tafel VI) 305
A. E. Nordenskiöld, mineralogische Beiträge. 8. Ueber Gearksutit von Ivigtut, Grönland 513
F. Obermayer, Krystallform des Essigsäurecholesterinesters. (Mit 3 Holzschnitten) 64
K. Oebbeke, über das Vorkommen des Glaukophan. 282
J. B. Osborne, Analyse des Columbit von Brancheville. 503
E. Palla, krystallographische Untersuchungen einiger neuer organischer Verbindungen. (Mit 5 Holzschnitten) 59
R. Pearce, Goslarit von Montana 494
S. L. Penfield, Brookit von Magnet Cove, Arkansas 497
—— krystallisirter Vanadinit von Arizona und New Mexico. (Mit 4 Holzschnitten) 633
—— Phenakit aus Colorado, mit Bemerkungen über die Localität Topas Butte von W. B. Smith. (Mit 5 Holzschnitten) 635
—— und D. N. Harper, über die chemische Zusammensetzung des Herderit und Beryll 499
—— —— über die chemische Zusammensetzung des Ralstonit 631
—— und F. S. Sperry, über die Pseudomorphosen von Granat vom Obern-See und von Salida, Colorado 622
F. Pfaff, Härtecurve der Zinkblende auf der Dodekaëderfläche. (Mit 1 Holzschn.) 180
F. Pisani s. Des Cloizeaux.
R. Prendel, über die möglichen Arten der Hemiëdrie 460
W. Ramsay, Bestimmung der Brechungsexponenten in Prismen mit grossen brechenden Winkeln. (Mit 3 Holzschnitten) 209
—— über das Verhalten des Milarits beim Erhitzen 521
G. vom Rath, einige neue und seltene Flächen an Quarzen aus der Sammlung des Herrn W. E. Hidden. (Mit Tafel VIII) 453
—— über ausgezeichnete Quarzkrystalle aus Nord-Carolina. (Mit 7 Holzschn.). 535
—— einige neue Flächen am Quarz. (Mit Tafel IX, Fig. 1 und 2) 535
—— über den Andesin vom Berge Arcuentu, Insel Sardinien. (Mit Tafel IX, Fig. 3—7) 538
—— über künstliche Silberkrystalle. (Mit 8 Holzschnitten) 545
E. Rethwisch, Beiträge zur mineralogischen und chemischen Kenntniss des Rothgültigerzes 67
R. Riechelmann, Datolith von der Seisser Alp. (Mit 1 Holzschnitt) 436
F. Rinne, über Milarit, Apophyllit und Rutil 540
E. M. Rohrbach, über einige Mineralien aus den Eruptivgesteinen der schlesisch-mährischen Kreideformation 86
P. Sabatier, Darstellung der dritten Schwefelmodification 639
F. Sandberger, Borsäuregehalt des Glimmers. Mangangehalt des Apatits . . . 315
—— Fairfieldit von Rabenstein. Pseudomorphosen von Quarz und Albit nach Kalkspath 316
A. Sauer, mineralogische und petrographische Mittheilungen aus dem sächsischen Erzgebirge 527
E. Scacchi, über einige Vesuvmineralien 202
R. Scharizer, über den Zwillingsbau des Lepidolithes und die regelmässige Verwachsung verschiedener Glimmerarten von Schüttenhofen. (Mit 8 Holzschnitten) 1
—— der Monazit von Schüttenhofen. (Mit 2 Holzschnitten) 255
A. Schmidt, Mittheilungen über ungarische Mineralvorkommen. (Mit Taf. IV).
1. Hypersthen vom Berge Pokhausz 97
2. Grasgrüner Augit von Kremnitz 100
3. Mineralien vom Zipser Comitat in Ober-Ungarn 102
4. Arsenopyrit von Klenócz, Gömörer Comitat 115
5. Smithsonit und Arsenopyrit von Csetnek, Gömörer Comitat 116

Seite

A. Schrauf, eine neue Zonenformel für orthogonale Systeme 175
—— die thermischen Constanten des Schwefels. (Mit 9 Holzschnitten) 321
A. de Schulten, künstliche Darstellung des Strengit 640
—— Darstellung von Brucit und Cadmiumhydroxyd 641
M. Schuster, ein neues Vorkommen von krystallisirtem Fichtelit 89
—— über hemimorphe Pyrargyritzwillinge von Andreasberg. (Mit Tafel V) . 117
W. Semmons, weitere Mittheilung über Enargit 96
—— neuer Fund von Connellit 181
A. Sjögren, über die Stellung des Spodiosit in dem Mineralsystem 512
—— Sarkinit, ein neues Manganarseniat von Pajsberg 514
E. G. Smith, Pseudomorphosen von Limonit nach Pyrit 496
W. B. Smith s. Penfield.
R. H. Solly, Calcitkrystalle von Tankerville Mine bei Shelve, Shropshire 96
Son s. Swift.
Ch. Soret, Brechungsexponenten einiger Alaune 641
F. L. Sperry s. Penfield.
G. Spezia, über die Biegsamkeit des Itacolumites 202
G. G. Stokes, eigenthümliches Reflexionsphänomen an Krystallen von Kalium-chlorat 541
A. Streng, über einige mikroskopisch-chemische Reactionen 92
—— Diopsid von Zermatt 316
G. Strüver, über vulkanische Auswürflinge vom Braccianoer See 197
Swift and Son's Mikroskop-Goniometer 619
A. Terreil, Analyse und Zersetzung eines Chrysotil 638
H. Traube, über den Nephrit von Jordansmühl in Schlesien 317
C. O. Trechmann, Connellit von Cornwall 181
G. Tschermak, Zinnober von Nikitowka 89
Tsunashiro Wada, Krystallform des Methylvioletts 185
F. Vogel, Aenderung der Lichtbrechung in Glas und Kalkspath mit der Temperatur 189
W. Voigt, Erklärung der Farbenerscheinungen pleochroitischer Krystalle . . . 464
—— Bestimmung der Elasticitätsconstanten von Beryll und Bergkrystall . . 482
M. Websky, Krystallform des Isodulcit 187
M. Weibull, Untersuchung schwedischer Mineralien 90
—— über selenhaltigen Galenobismutit von der Falu-Grube 511
H. A. Wheeler, über das künstliche Bleisilicat von Bonne Terre, Missouri . . . 508
A. Wichmann, über die Schmelzbarkeit des kohlensauren Kalkes 91
F. J. Wiik, Krystallform des Orthoxylylenchlorids 186
—— mineralogische und petrographische Mittheilungen 515
G. H. Williams, Pyritkrystall von Baltimore County, Maryland 494
Cl. Winkler, Untersuchungen über den Uebergang der arsenigen Säure aus dem amorphen in den krystallinischen Zustand 188
G. Wyrouboff, über die Pseudosymmetrie der wasserhaltigen Hyposulfate mit Circularpolarisation 313
—— Krystallform des essigsauren Uran-Lithium 647
—— Betrachtungen über Isomerie und Polymorphie 659
F. Young, Petkolith von Kilsyth, Stirling, Schottland 620
—— s. D. E. Glan.

Sachregister.

A.

Absorption, Theorie 464.
Acethylphenyloxypivalinsäure 152.
Aepfelsaures Ammonium, saures inactives 184.
Aether, Eigenschaften 479.
Aethylsuccinylobernsteinsäure 297.
Aetzfiguren, Apophyllit 541.
Aetzfiguren, Calcit 300.
Aetzfiguren, Chloanthit 19.
Aetzfiguren, Franklinit 291.
Aetzfiguren, instantane 301, 304.
Aetzfiguren, Kobaltnickelkies 291.
Aetzfiguren, Linneït 291.
Aetzfiguren, Magnetit 287.
Aetzfiguren, Milarit 540.
Aetzfiguren, Pleonast 291.
Aetzfiguren, retardirte 301, 304.
Aetzfiguren, Speiskobalt 22, 27.
Aetzfiguren, Spinell 291.
Aetzfiguren, Topas 516.
Aetzfiguren, Weissnickelkies 32.
Aetzflächen, primäre 291.
Aetzzonen 293.
Alaune, Brechungsexponenten 641.
Alaune, Elasticitätscoëfficienten 419.
Alaune, optische Anomalien 312.
Albit, Californien 496.
Albit, Litchfield, Anal. 506.
Albit, pseudom. n. Calcit 316.
Allanit, Colorado, Anal. 493.
Allocaffeïn 298.
Allylmalonsäure 154.
Alstonit, Analysen 222, 225.
Aluminium, mikr. React. 95.
Alunogen, St. Nazaire 661.
Ammoniak, salpeters., Mischkryst. 389.
Ammonium, apfelsaures, saures 184.
Ammoniumdidymseleniat 519.
Ammoniumdidymsulfat 520.
Ammoniumnitrat, Mischkryst. mit Roseokobaltchlorid 389.
Amphibole, Zwillings-Verwachs. 88.
Analcim, mikrosk. Bestimm. 658.
Analcim nach Leucit, Wiesenthal 528.
Analcim von Söhla 87.
Analysator-Ocular von Abbe 618.
Anatas, Binnenthal 659.
Andesin, Charchani, Anal. 87.
Andesin, Sardinien 538.
Anglesit, Brechungsexponent 217.
Anhydrit, Brechungsexponent 473.
Anilin-Kobaltchlorür 394.
Anilin-Kupferchlorid 395.
Anilin-Manganchlorür 395.
Anilin-Nickelchlorür 395.
Anisylbrombutyrolacton 153.
Ankerit, Antwerp, Anal. 491.
Annabergit, Colorado, Anal. 492.
Annit, Cap Ann, Anal. 628.
Anomalien, opt. Alaun 312.
Anomalien, opt. Chlornatrium 311.
Anomalien, opt. Fluorit 552.
Anorthit, Braccianoer See 199.
Anorthit, künstliche Bildung 640.
Antimon, Brunswik Mine 317.
Antimon, mikrosk. React. 95.
Antimon-Baryum, weinsaures 95.
Antimonit, Arnsberg 78.
Antimonit, Brunswik Mine 318.
Antimonit, Helczmanócz 113.
Antimonit, Krystallformen 80.
Antimonit, Winkeltabelle 84.
Antimonit, Wolfsberg 78.
Antimonit, Wolfsberg, Anal. 86.
Apatit in Teschenit 87.
Apatit, Braccianoer See 200.
Apatit, manganhaltiger 315.
Apatit, Ottawa 621.
Apophyllit, Aetzfiguren 541.
Apophyllit, mikrosk. Bestimmung 658.
Apparat für optische Axenwinkel 314.
Aragonit, Bilin, Brechungsexponent 473.
Aragonit, Klein-Helczmanócz 113.
Aragonit, Klein-Hnilecz 107.
Aragonit, Lösungsflächen 303.
Aragonit, umgewandelter 203.
Arsen, mikrosk. React. 95.
Arsen, Valtellina, Anal. 194.

Arsenige Säure, allotr. Zust. 188.
Arsenkies, Alabama, Anal. 489.
Arsenkies v. d. Bindt 102.
Arsenkies, Csetnek 116.
Arsenkies, Klenócz 115.
Asbest, Jeckelsdorf 115.
Atomdilatation 361.
Augit-Andesit, Colorado, Anal. 501.
Augit, anomal. Zwillinge 88.
Augit, automorpher 86.
Augit, Braccianoer See 198.
Augit, grüner, Kremnitz 100.
Augit der Teschenite 86.
Augit, Teufelsgrund, Anal. 87.
Augit, xenomorpher 86.
Aurichalcit, Arizona 494.
Ausdehnung, thermische v. Flüssigk. 408.
Ausdehnungscoëfficienten des Schwefels 338, 321.
Ausdehnungscoëfficienten, Theorie 321, 358.
Auswürflinge, Braccianoer See 197.
Axen, optische Bestimmung ihrer Richtung 477.
Axen, optische, primäre 467.
Axen, optische, secundäre 465.
Axenwinkel, opt. Apparat, neuer 314.
Axinit, Pyroëlektr. 646.
o-Azoxytoluol 185.
Azurit, Arizona 319.
Azurit, Californien 496.
Azurit, Helczmanócz 114.

B.

Baryt, Arlberg 553.
Baryt, Auvergne, Brechungsexponent. 473.
Baryt, Dufton, Brechungsexponent 473.
Baryt, Klein-Hnilecz 105, 108.
Baryt, Kotterbach 111.
Baryt, Mies, Anal. 666.
Baryt, molybdänsaurer 415.
Baryt, Romanèche 644.
Baryt, Toscana 200.
Baryt, Uhlefoss, Brechungsexponent. 473.
Barytbiotit, Schelingen 602.
Barytbiotit, Schelingen, Anal. 604.
Barythydrat, Krystallform 531.
Barytmuscovit 598.
Barytocalcit, Anal., Alstonmoor 222, 225.
Barytocalcit, Krystallform 645.
Baryum, diacetonphosphinsaures 183.
Baryum, mikrosk. React. 94.
Baryum, molybdänsaures 415.
Baryum, unterschwefelsaures 313.
Baryum, weinsaures, Antimonyl- 95.
Beegerit, Colorado, Anal. 489.
Benzoin, Dimorphie 387.
Benzolhexabromid 642.
Beryll, Aenderung der Brechungsexp. mit Temperat. 653.
Beryll, anormaler, Ural 515.
Beryll, Auburn 318.
Beryll, Colorado 318.
Beryll, Elastictätsconstanten 481.
Beryll, Habachthal, Anal. 501.
Beryll, Hühnerkobel, Anal. 501.
Beryll, Limoges, Anal. 501.
Beryll, Maine, Anal. 500.
Beryll, Nertschinsk, Brechungsexponent. 473.
Berzeliit, Wermland 515.
Bessel'sches Princip 478.
Biotit, Böstenbach 594.
Biotit, Böstenbach, Analyse 604.
Biotit, Easton, Anal. 604.
Biotit, Freiersbach 604.
Biotit, Hochberg 604.
Biotit, Klausenalp 593.
Biotit, Klausenalp, Anal. 604.
Biotit, Klausenalp, (*Cs*, *Rb*)-Gehalt 600.
Biotit, Seebächle 590.
Blei, unterschwefelsaures, opt. Anomalien 312.
Bleisilicat, künstliches, Anal. 508.
Borsäure in Glimmern 315.
Borwolframsaures Cadmium, Anal. 442.
Borwolframsaures Cadmium, Krystallform 444.
Botryogen, Anal. 249.
Botryogen, angeblicher 253.
Botryogen, Flächenbezeichnung 242.
Botryogen, Messungen 246.
Botryogen, morphol. Detail 241.
Botryogen, optisches Verhalten 249.
Botryogen, Parameter 244.
Botryogen, Vergleich mit Anorthit 247.
Botryolith, opt. Eigenschaften 660.
Bowlingit, Cathkin 620.
Bowlingit, Schottland 647.
Braunit, Jakobsberg, Anal. 659.
Braunspath, Kolozruky, Anal. 664.
Braunspath, Kotterbach 112.
Braunspath, Zsakarócz 112.
Brechung, doppelte in Flüssigk. 188.
Brechungsexponenten, Aenderung durch Wärme 652.
Brechungsexponenten einiger Alaune 641.
Brechungsexponenten des Anglesit, Monte Poni 217.
Brechungsexponenten des Anhydrit 473.
Brechungsexponenten des Aragonit, Bilin 473.
Brechungsexponenten, Baryt, Auvergne 473.
Brechungsexponenten, Baryt, Dufton 473.
Brechungsexponenten, Baryt, Uhlefoss 473.
Brechungsexponenten, Beryll, Aenderung mit der Temperatur 653.
Brechungsexponenten, Beryll, Nertschinsk 473, 653.
Brechungsexponenten, Bestimmung in Prismen mit grossem brechend. Winkel 209.
Brechungsexponenten, Bromnaphtalin 655.
Brechungsexpon., Calcit, Andreasberg 473.

Brechungsexponenten, Calcit, Island 473.
Brechungsexponenten, Dolomit, Zillerthal 473.
Brechungsexponenten, doppeltbrech. Kryst. Bestimm. d. Prismenbeob. 474.
Brechungsexpon., Fluorit, Aenderung mit d. Temperat. 653.
Brechungsexponenten, Gyps, Montmartre 473.
Brechungsexponenten, Harstigit, Pajsberg 220.
Brechungsexponenten, Herderit 507.
Brechungsexponenten, Hiddenit 506.
Brechungsexponenten, Lepidolith, Schüttenhofen 8.
Brechungsexponenten, Muscovit 8.
Brechungsexponenten, Prismen zur Best. durch Totalreflexion 474.
Brechungsexponenten, Pyroxen, Rossberg 646.
Brechungsexponenten, Quarz, Middleville 473.
Brechungsexponenten, Schwefelkohlenstoff 654.
Brechungsexponenten, Topas, Ural 216.
Brechungsexponenten des Wassers 653.
Brechungsexponenten, Zinkblende, Spanien 218.
Breithauptit, künstlicher 234.
Brewsterit, mikr. Best. 658.
α-Bromnaphtalin, Brechungsexp.; Aender. ders. für 1° C. 655.
Bronzit, Zwillingsverwachs. 88.
Brookit, Magnet Cove 497, 624.
Brucit, Canzocoli 34.
Brucit, Darstellung 641.
Brucit, Pennsylvanien 489.
Brucit, Ural 514.
Buratit, Laurium, Anal. 645.
Butyrellit, Analyse 182.

C.

Caffeïnmethyljodid 295.
Cadmium, borwolframsaures, Anal. 442.
Cadmium, borwolframsaures, Krystallform 444.
Cadmiumhydroxyd, Darstellung 641.
Calamin, Virginia, Anal. 492.
Calcit, Aenderung der Lichtbrechung in 189.
Calcit, Aetzfiguren 300.
Calcit, Andreasberg, Brechungsexp. 473.
Calcit, Arlberg 534.
Calcit von der Bindt 103.
Calcit, Braccianoer See 200.
Calcit, Deutsch-Altenburg 525.
Calcit, Helczmanócz 114.
Calcit, Island, Brechungsexponent. 473.
Calcit, Kotterbach 108.
Calcit, künstl. Krystalle 655.
Calcit, Leoben 526.
Calcit, Lösungsfläche 298.
Calcit, Schmelzbarkeit 91.
Calcit, Tankerville Mine 96.
Calcium, mikr. React. 94.
Calcium-Salz $((C_9H_{15}O_2)2Ca + 3H_2O)$ aus α-Isobutylhomoparaconsäure 449.
Campherderivate, kryst. Bezieh. 642.
Cancrinit, Litchfield, Anal. 503.
Capillaren, Steighöhe in mikrosk. 404.
Capillaritätsconstanten der Krystallflächen 651.
Carbamidpyrrol 195.
Carbobutyrolactonsäure, α-Methyl- 153.
Carbonylpyrrol 195.
Carbostyril, Dimorphie 385.
Cerussit, Süd-Carolina 631.
Chabasit, Arlberg 533.
Chabasit, mikrosk. Bestimm. 658.
Chalkopyrit von der Bindt 104.
Chalkopyrit, Helczmanócz 113, 114.
Chalkopyrit, Zsakarócz 112.
Chenevixit, Utah, Anal. 182.
Chinidin mit Aethylalkohol 167.
Chinidin mit Allylalkohol 168.
Chinidin mit Methylalkohol 166.
Chinolin-p-Sulfobenzylbetaïn 159.
Chloanthit, Schneeberg, Aetzfig. 21.
Chloanthit, Wolkenstein, Aetzfig. 19.
Chlor, mikrosk. React. 94.
Chloralhydrat 649.
p-Chlorchinolinbichromat, Dimorphie 382.
Chlorit, Bottino 201.
Chlornatrium, opt. Anomal. 311.
Chlorplatin-Methylpyrrolin 194.
Cholsäure, freie 169.
Cholsäure mit Aethylalkohol 171.
Cholsäure mit Aethylenglycoll 173.
Cholsäure mit Allylalkohol 172.
Cholsäure mit Methylalkohol 170.
Cholsäure mit Propylalkohol 172.
Cholsäure mit Wasser 170.
Chondroarsenit, opt. Eigensch. 659.
Chromalaun, Elasticitätscoëffic. 421.
Chrysotil, Canada, Anal. 638.
Cimolit, Norway, Anal. 626.
Cinnamenylacrylsäure, Dimorphie 385.
Circularpolarisation der Hyposulfate 313.
Cölestin, Aust Ferry 229.
Cölestin, Coimbra 230.
Cölestin, Conil 231.
Cölestin, Lüneburg 439.
Cölestin, Moron 232.
Colemanit, Anal. 316.
Colemanit, Californien 495.
Columbit, über den 266.
Columbit, Brancheville, Anal. 503.
Columbit, Colorado, Anal. 494.
Columbit, Standish, Anal. 272.
Columbit, Vergleich mit Tantalit 272.
Compressibilität, mikrosk. Best. der 409.
Comptonit, Katzenburg 666.
Conichalcit, Utah, Anal. 182.

Connellit, Cornwall 181.
Cosalit, Colorado, Anal. 488.
Cuprit, künstliche Krystalle 631.
Cuprit, Süd-Carolina 631.
Cyanhydrin des Nitrosodipropylanilin 62.
Cyprusit, Cypern 616.

D.

Damourit nach Turmalin, Hebron 625.
Dampftension, mikrosk. Bestimm. 406.
Datolith, Casarza 294.
Datolith, Seisseralp 436.
Descloizit, Krystallsystem 178.
Desmin, Arlberg 533.
Deweylit, Pennsylvanien, Anal. 490.
Diacetonphosphinsaures Barium 183.
Diamant vom Cap 644.
Diammoniumoxalat 183.
Diaspor, Chester 459
Diaspor, Newlin 459.
Didymäthylsulfat 517.
Didymammoniumseleniat 519.
Didymammoniumsulfat 520.
Didymcarbonat 518.
Didymkaliumseleniat 519.
Didympropionat 521.
Didymseleniat 518.
Didymsulfat 517.
Dilatation, analoge 360.
Dilatation, antiloge 360.
Dilatation, Atom- 360.
Dialatationsmodulus, Verhältniss zu den Krystallaxen 365.
Dimethylbernsteinsäure, unsymmetr. 151.
Dimorphie des Benzoin 387.
Dimorphie des Carbostyril 385.
Dimorphie des p-Chlorchinolinbichromat 382.
Dimorphie des chlorsauren Silbers 383.
Dimorphie der Cinnamenylacrylsäure 385.
Dimorphie d. Jodchinolinmethylchlorid 377.
Dimorphie der Mandelsäure 386.
Dimorphie des Monojodchinolins 377.
Dimorphie des naphtylaminsulfosauren Natrium 379.
Dimorphie der Phenylcrotonsäure 387.
Dimorphie der Terpentetrabromide 378.
Dinitropyrrol 193.
Diopsid, Braccianoer See 198.
Diopsid-Schlacke, Brixlegg 615.
Diopsid, Zermatt 316.
Dioptas, Arizona 494.
Dioxypyridindiäthyläther, Platinsalz des salzsauren 59.
Dioxypyridinmonoäthyläther 60.
Dioxypyridinmonoäthyläther, Platinsalz d. salzsauren 61.
Dipyrrylketon 196.
Dispersionsgleichung 480.
Dolianit, mikrosk. Bestimmung 658.
Dolomit, Zillerthal, Brechungsexp. 473.
Doppelbrechung in Flüssigkeiten 188.
Doppelbrechung im Kautschuk 388.
Dreelit, ident. mit Baryt 660.
Druckerzeugung durch flüssige CO_2 409.
Durchdringung, regelmässige 662.

E.

Eis, Elasticität 190.
Eisenalaun, Elasticitätscoëfficient. 422.
Eisenbiotit, Seebächle 590.
Eisenblüthe von der Bindt 104.
Eisenerzvorkommnisse in Indien 543.
Eisenglanz, Zwillinge von Elba 201.
Eisenglimmer von der Bindt 104.
Eisenglimmer, Jeckelsdorf 115.
Eisenknebelit, Silfberg 91.
Eisenlithionglimmer, Cap Ann 627.
Eisenmeteoriten, Structur 622.
Eisenspath von der Bindt 104.
Eisenspath, Kotterbach 112.
Eisenspath, Zsakarócz 112.
Eläolith, Litchfield, Anal. 516.
Elasticität des Eises 190.
Elasticität, mikrosk. Bestimmung 410.
Elasticitätscoëfficient. des Chrom-Alauns 421.
Elasticitätscoëfficient. des Eisenalauns 422.
Elasticitätsconstanten des Beryll 484.
Elasticitätsconstanten des Quarz 486.
Elasticitätsfläche nach Fresnel 466.
Elasticitätsformeln, hexagonal holoëdr. Krystalle 482.
Elasticitätsformeln, hexagon. rhomboëdr. Krystalle 485.
Elasticitätsformeln, hexagon. tetartoëdr. Krystalle 486.
Elpasolit, Colorado 495.
Emmonsit, Colorado, Anal. 492.
Enargit, Montana, genauere Fundorte 96.
Epidot, Jeckelsdorf 115.
Epidot, Klausenalp 593.
Epidot, Romito 202.
Epidot, Pargas, Anal. 516.
Epistilbit, mikrosk. Bestimmung 657.
Erzlagerstätte von Littai 526.
Essigsäure, mikrosk. React. 94.
Essigsäurecholesterinester 64.
Eudnophit, mikrosk. Bestimmung 658.

F.

Färbung, künstliche, der Krystalle 391.
Fahlerz von der Bindt 104.
Fahlerz, Colorado, Anal. 489.
Fahlerz, Helczmanócz 113, 114.
Fahlerz, Zsakarócz 112.
Fairfieldit, Rabenstein 316.
Farben pleochroitischer Krystalle 464.
Farbenvergleichung metall. Miner. u. d. Mikr. 640.
Farbstoffabsorpt. quellbarer Körper 403.

Fassaït, Braccianoer See 199.
Feldspath, Charchani, Anal. 87.
Feldspath nach Leucit 529.
Feldspath, phosphorsäurehaltiger 513.
Ferrocyankalium, optische Anomalien 313.
Ferulaaldehyd 187.
Feuerblende, Bestandtheile 95.
Fichtelit von Friesoythe 90.
Fichtelit, Rasteder Moor 90.
Fichtelit, Salzendeich 89.
Flächenverschiebung d. Zwillingsbildung 305.
Flüssigkeiten, Doppelbrechung in 188.
Flüssigkeiten, nicht metallische, metallisch leitende 410.
Flüssigkeiten, thermische Ausdehnung 408.
Fluorit, Aenderung des Brechungsexp. mit Temperat. 653.
Fluorit, Anomalien, optische 552.
Fluorit, Alstonmoor, opt. Anomalien 555.
Fluorit, Arlberg 533.
Fluorit, Cumberland, opt. Anomalien 561.
Fluorit, Freiberg, optisches Verhalten 558.
Fluorit, Göschenen, opt. Verhalten 559.
Fluorit, Marienberg, opt. Verhalten 558.
Fluorit, Moldowa, optisches Verhalten 559.
Fluorit, St. Foy-l'Argentière 652.
Fluorit, Schlaggenwald, opt. Anom. 558.
Fluorit, Schnitte nach (110), opt. Anom. 564.
Fluorit, Schnitte nach (111), opt. Anom. 562.
Fluorit, Schnitte nach (100), opt. Anomalien 555, 557.
Fluorit, Stollberg, optische Anomalien 558.
Fluorit, Verhalten gegen Druck 566.
Fluorit, Verhalten gegen Erwärmen 567.
Fluorit, Vesuv 203.
Fluorit, Zacatecas, opt. Verhalten 561.
Fluorit, Zacatecas, Phosphorescenz 560.
Fluorit, Zinnwald, opt. Anomalien 556.
Flussspath, s. Fluorit.
Franklinit, Aetzfiguren 291.
Fresnel'sche Fläche 465.

G.

Gadolinit, Colorado, Anal. 493.
Gadolinit, Krystallsystem 523.
Gadolinit, optisches Verhalten 524.
Galenobismuthit, *Se*-haltiger 487, 511.
Gallium-Alaune, Brechungsexp. 641.
Gearksutit, Anal. 513.
Gismondin, mikrosk. Bestimmung 658.
Glas, Aenderung der Lichtbrechung in 189.
Glaskopf von der Bindt 104.
Glaukophan, Vorkommen 282.
Glaukophan, angeblich., Fichtelgebirge 285.
Glaukophan, angeblicher, Shikok 285.
Glaukophan, La Barchetta, Corsica 284.
Glaukophan, optische Eigenschaften 286.
Glaukophan, Smyrna 285.
Glaukophan, Thermia 285.
Glimmer, Borsäuregehalt der 315.
Glimmer, brachydiagonaler 6.
Glimmer, makrodiagonaler 6.
Glimmmer, Verwachsung verschied. 11.
Glimmer, zur Kenntniss einiger 588.
Gmelinit, mikrosk. Bestimmung 658.
Goethit, Chizeuil, Anal. 644.
Goethit, Romanèche 644.
Gold, Californien 278, 319.
Gold, Oregon 275.
Goniometer, Aufstellung 176.
Goniometer, Mikroskop- 619.
Goniometer, Vorrichtung für zersetzbare Krystalle 314.
Goslarit, Montana, Anal. 494.
Granat, Braccianoer See 198.
Granat, Canzocoli 35.
Granat, Colorado 318.
Granat, Nathrop 498.
Granat vom Obern-See, Anal. 623.
Granat, Pyroëlektricität 646.
Granat, Raimond, Me. 318.
Granat, Salida, Anal. 624.
Granat, Zersetzungsproduct, Salida 624.
Graphitoid, Wiesenthal 527.
Grüner Augit, Kremnitz 100.
Gyps, Arlberg 533.
Gyps, Insel Giglio 201.
Gyps, Montmartre, Brechungsexp. 473.
Gyps, Tirol, neue Fläche 656.
Gypsbildung, Krausgrotte 526.

H.

Haematit, Elba, Zwilling 201.
Haematit, Zsakarócz 113.
Hämatostibiit, Sjögrufvan, Anal. 650.
Härte, chemische 301.
Härtecurve, chemische 301, 304.
Harmotom, Bowling 646.
Harmotom, mikr. Best. 658.
Harringtonit 646.
Harstigit, Brech.-Expon. 220.
Hauyn, Braccianoer See 199.
Hemiëdrien, mögl. Arten 460.
Herderit v. Stoneham, Anal. 499.
Herderit v. Stoneham, Brech.-Exp. 507.
Herderit v. Stoneham, Fläche, neue 507.
Herderit v. Stoneham, Fluorgehalt 204.
Herschelit, mikr. Best. 658.
Heulandit, mikr. Best. 658.
Hexagonale Krystalle, Elasticitätsconstanten 482.
Hiddenit, Nord-Carolina 506, 634.
Hornblende, Braccianoer See 198.
Hornblende, Söhla, Pleochr. 86.
Hornblende, Teufelsgrund, Anal. 87.
Hornblende, Zwillinge, anorm. 88
Humboldilith, Braccianoer See 198.
Hullit, Carmoney Hill 660.
Hydrocerussit, Wanlockhead 643.
Hydrogiobertit, Vesuv 202.
Hxdronephelit, Litchfield 505.

Hypersthen, Pokhausz 97.
Hyposulfate, Pseudosymmetrie d. circularpolarisirenden 313.

I.

Idokras, Braccianoer See 198.
Ihleït, v. Webrschan, Anal. 665.
Ilmenit, Carolina, Anal. 490.
Ilmenit, Verwachs. mit Magnetit 40.
Indexfläche 467.
Indium-Alaune, Brech.-Expon. 641.
Interferenzphänomen, Ohm'sches 618.
Isobenzalphtalimidin 187.
β-Isobutylhomoparaconsäure 450.
Isodulcit 187.
Isomerie 659.
Itacolumit, Biegsamkeit 202.

J.

Jaspis, Jeckelsdorf 115.
Jodchinolinmethylchlorid, Dimorphie 377.
Jodchinolin, Mono-, Dimorphie 377.
Joseït, Brasilien 487.

K.

Kalaït, Neu-Mexico, künstl. gefärbter 318.
Kalaït, Neu-Mexico, Zusammensetzung 509.
Kalium, mikr. React. 93.
Kaliumchlorat, Reflexionsphänomen 541.
Kaliumdidymseleniat 519.
Kaliumsulfat, Aetzerscheinungen 309.
Kaliumsulfat, Zwillingsbildungen 308.
Kalk, kohlensaurer, Schmelzbarkeit 91.
Kalk, molybdänsaurer 411.
Kalkspath s. Calcit.
Kaolin, Neu-Mexico, Anal. 511.
Kautschuk, Doppelbrech. im 388.
Keramohalit-ähnliches Mineral, Anal. 665.
Kirwanit von Irland 660.
Klinochlor, Wassergehalt 309.
Knebelit, Danemora 90.
Kobaltin, krystallogr. u. pyroëlektrische Eigensch. 649.
Kobaltnickelkies, Aetzversuche 291.
Kobellit, Colorado, Anal. 492.
Kohlensäure, flüssige, Druckerzeugung d. 409.
Kohlenstoff, amorpher 527.
Kokkolith v. Vizena 34.
Korund, Loire-Inférieure 661.
Kritische Umwandlungspunkte 401.
Kryophyllit, Cap Ann 627.
Krystalle, künstl. Färbung d. 391.
Krystalle, über die Bildung der 651.
Krystalle, über das Wachsthum der 391.
Krystallflächen, Capillaritätsconstanten 651.
Krystallflächen, Löslichkeit verschiedener 404.
Krystallisations-Mikroskop, Vorwärmen u. Conserviren d. Präpar. 399.
Krystallisations-Verzüge 395.
Kupfer, vom Obern-See 569.
Kupfer, einf. Kryst. 571.
Kupfer, künstl. Kryst. 630.
Kupfer, Kryst. m. rhomboëd. Symmetr. 576.
Kupfer, Structurunregelmässigk. 574.
Kupfer, verzerrte u. pseudosymm. Form. 575.
Kupfer, Wachsthumsformen 584.
Kupfer, Zwillinge 578.
Kupferkies s. Chalkopyrit.
Kupfer, Sunnerskog 512.
Kupfer, Utah 182.
Kupferlasur, Arizona 319.
Kupfermineralien, Arizona 494.

L.

Lacton, gebromtes 447.
Laumontit, Best. mikr. 657.
Lepidolith, Auburn, Anal. 626.
Lepidolith, Hebron 625.
Lepidolith, Maine, *Cs Rb*-Gehalt 627.
Lepidolith, Norway 625.
Lepidolith, Paris, Anal. 626.
Lepidolith, Rumford 625, 626.
Lepidolith, Schüttenhofen 1.
Lepidolith, Schüttenhofen, Anal. 15.
Lepidolith, Schüttenhofen, Brech.-Exp. 8.
Lepidolith, Schüttenhofen, Eigensch. opt. 5.
Lepidolith, Schüttenhofen, regelm. Verwachs. 11.
Lepidolith, Schüttenhofen, Zwillingsbau 2.
Lepidomelan, Cap Ann, Anal. 628.
Lepidomelan, Litchfield, Anal. 506.
Lepidomelan, Schüttenhofen, Anal. 15.
Lepidomelan, Verwachs. m. Muscovit 11.
Leucit, Braccianoer See 199.
Leucit, in Orthoklas umgewandelt, Vesuv 203.
Leucit, pseudomorphosirter, Ober-Wiesenthal 528.
Leucitophyre, Ober-Wiesenthal 528.
Lichtäther, Eigenschaften 479.
Lichtbrechung, Aenderung der, in Glas u. Calcit 189.
Licht, homogenes blaues 619.
Limonit, Braccianoer See 197.
Limonit nach Pyrit, Virginia 496.
Limonit nach Pyrit, Wisconsin, Anal. 496.
Linneït, Aetzversuche 291.
Lithionglimmer, Maine 625.
Lithionit, Schüttenhofen 5.
Lithium, mikr. React. 94.
Lithium-Uran, essigsaures 647.
Löslichkeit, Aenderung d. Druck 401.
Löslichkeit an verschied. Krystallflächen 404.

Lösungsflächen 299, 304.
Lösungsflächen des Aragonits 303.
Lösungsflächen, Calcit 298.
Lösungsgestalten, primäre 299.
Lösungsgestalten, secundäre 299.
Lucasit, Nord-Carolina, Anal. 629.
Lupinidinplatinchlorid 297.

M.

Magnesium, mikr. React. 94.
Magnesium-Platincyanür, Dissociat 394.
Magnetit, Aetzversuche 287.
Magnetit, Braccianoer See 197.
Magnetit, Helczmanócz 113.
Magnetit, Prakkendorf 114.
Magnetit, Romito 202.
Magnetit, Scalotta, Anal. 37.
Magnetit, Svedlér 114.
Magnetit, Verwachs. m. Ilmenit 40.
Magnetit, Zwillingsstreifung 47.
Magnetkies, Arlberg 533.
Malachit, Helczmanócz 113.
Mandelsäure, Dimorphie 386.
Manganomagnetit, Wermland 515.
Martit, Mont-Dore 656.
Melanit, Magnet Cove 319.
Meroxen, Braccianoer See 199.
Mesolith, mikr. Best. 657.
Meteoriten, Structur der Eisen- 622.
Methyläther d. Pyrrolenphenylcarbinol-*o*-Carbonsäure 192.
Methyläther d. Pyrroylcarbonsäure 191.
Methylamin-Iridiumchloride 638.
Methylamin-Rhodiumchlorür, Tri- 641.
Methylapocaffeïn 298.
α-Methyl-Carbobutyrolactonsäure 153.
Methylvinaconsaures Silber, saures 446.
Methylviolett 184.
Mikroskop, zur opt. Unters. der Mineralien 206.
Mikroskop-Goniometer 619.
Mikroskop.-chem. Reactionen 92.
Mikrophotographie chem. Präp. 398.
Mikrophysikal. Untersuch. 377.
Milarit, Aetzfiguren 540.
Milarit, opt. Verh. 540.
Milarit, Verhalt. beim Erhitzen 521.
Mineralien des Arlbergtunnel 533.
Mineralien vom Vesuv 202.
Mineralvorkommen, amerikanische 79.
Mineralvorkommen, ungarische 97.
Mineralvorkommen, Wermland 515.
Mischkrystalle von NH_4Cl m. Roseokobaltchlorid 389.
Mischkrystalle von NH_4NO_3 m. Roseokobaltchlorid 389.
Molekularcohäsion 364.
Molybdänit von Nord-Carolina 507.
Monazit, Caravellas, Anal. 643.
Monazit, Carolina 507.
Monazit, Cornwall 181.
Monazit, Literatur 265.
Monazit, Schüttenhofen 255.
Monazit, Schüttenhofen, optisches Verhalten 261.
Monimolit, Pajsberg 515.
Monojodchinolin, Dimorphie 377.
Mononitropyrrilmethylketon 193.
Morphotrope Reihen des Scheelit 411, 416.
Muscovit, Auburn, Anal. 626.
Muscovit, Canada, Anal. 491.
Muscovit, nach Leucit 529.
Muscovit, Schüttenhofen, Anal. 15.
Muscovit, Schüttenhofen, Brech.-Exp. 8.
Muscovit, opt. Eigensch. 6.
Muscovit, Verwachs. m. Lepidomelan 11.

N.

α-Naphthylaminsulfosaures Natrium, Dimorphie 379.
Natrium, mikr. React. 93.
Natrolith, Auvergne 649.
Natrolith, Bestim. mikr. 657.
Nephelin, Braccianoer See 199.
Nephelin, Vesuv 203.
Nephrit, Jordansmühl 316, 317.
Neumann'sche Linien 622.
Niobsäure, opt. Verh. 613.
Niobsäurekrystalle, Darst. 610.
Nitrosodipropylanilin 61.
Nitrosodipropylanilin, Cyanhydrin des 62.

O.

Oberflächenspannung an Schlieren 399.
Oellacherit 598.
Okenit, mikr. Best. 657.
Oligoklas, Carolina, Anal. 490.
Oligoklas, Fredriksvärn, Anal. 204.
Oligoklas, Telemarken, Anal. 204.
Olivin der Teschenite 87.
Optik, Theorie 477.
Orthoklas, Mulat 35.
Orthoklas, Pennsylvanien 490.
Orthoklas, pseudom. n. Granat 318.
Orthoklas, pseud. n. Leucit, Vesuv 203.
Orthoklas, Zwill., Four-la-Brouque 656.
Ovaloid 466.
Oxalsaures Triacetondiamin, saures 296.

P.

Pandermit, chem. Formel 317.
Papaverinäthylbromid 161.
Papaverinäthylchlorid 162.
Papaverinäthyljodid 161.
Papaverinbenzylchlorid 162.
Papaverinmethyljodid 160.
Papaverinpropylbromid 162.
Paragonitschiefer, Ural 531.

Pektolith, Kilsyth, Anal. 620.
Pektolith, mikr. Best. 656.
Perowskit, Wiesenthal 528.
Phenakit, Colorado 507, 635.
Phenakit, Pyroëlektricität 646.
Phenylcrotonsäure, Dimorphie 387.
Phenyloxybutyrolacton 448.
Phillipsit, mikr. Best. 658.
Phosphorsäure, mikr. React. 93.
Phosphorsäure im Feldspath 513.
Photographie mikr. Präp. 398.
Plagioklas, Calif., Anal. 204.
Platinsalz des salzsauren Dioxypyridindiäthyläther 59.
Platinsalz des salzsauren Dioxypyridinmonoäthyläther 61.
Pleochroitische Krystalle, Farben der 464.
Pleonast, Aetzversuche 291.
Pleonast, Braccianoer See 197.
Plumbocalcit, Wanlockhead, Anal. 643.
Polarisationsprisma von Ahrens 544.
Polarisationsprisma, Verbesserung 544.
Polyarsenit, Sjögrufvan, Anal. 515.
Polyarsenit, opt. Eig. 659.
Polybasit, Colorado, Anal. 489.
Polymorphie 659.
Prehnit, Best. mikr. 656.
Prehnit, Pyroëlektricität 646.
Priceït, chem. Formel 317.
Projectionsapparat 55.
Proustit, Chañarcillo, Anal. 96.
Proustit s. Rothgiltigerz.
Pseudoacetylpyrrol 192.
Pseudobiotit, Kaiserstuhl 607.
Ptilolit, Colorado 501.
Pyragyrit, hemimorphe Zwill., Andreasb. 117.
Pyragyrit s. a. Rothgiltigerz.
Pyridin-Platinchlorid 196.
Pyrit, Arlberg, 533.
Pyrit, Californien 495.
Pyrit, Helczmanócz 113, 114.
Pyrit, Klein-Hnilecz 108.
Pyrit, krystallogr. Eigenschaft 649.
Pyrit, Maryland 494.
Pyrit, Neu-Almaden 496.
Pyrit, Pyroëlektricität 649.
Pyrit, Svinska 114.
Pyrit, Zsakarócz 112.
Pyroëlektricität d. Axinit 646.
Pyroëlektricität d. Granat 646.
Pyroëlektricität d. Kobaltin 649.
Pyroëlektricität d. Phenakit 646.
Pyroëlektricität d. Prehnit 646.
Pyroëlektricität des Pyrit 649.
Pyroëlektricität d. Skolezit 645.
Pyroëlektricität d. Topas 205.
Pyrolusit, Insel Giglio 201.
Pyroxen, Braccianoer See 198.
Pyroxen, Rossberg, Anal. 646.
Pyroxen, Zwillingsverwachs. 88.
Pyrrol, Dinitro- 193.
Pyrrolencarbonsäure, Methyläther der 191.
Pyrrolenphenylcarbinol - *o* - Carbonsäure, Methyläther der 192.
Pyrroylcarbonsäure, Methyläther der 191.
Pyrrylmethylketon 192.

Q.

Quarz, Arlberg 533.
Quarz v. d. Bindt 104.
Quarz, Carolina mit Basis 507.
Quarz, Carolina, neue Flächen 453, 535.
Quarz, Elasticitätsconstanten 486.
Quarz, Insel Giglio 201.
Quarz, Jeckelsdorf 115.
Quarz, Klein-Hnilecz 108.
Quarz, Kotterbach 112.
Quarz, Middleville, Brech.-Exp. 473.
Quarz, neugebildeter, Rossberg 87.
Quarz, Pseudomorphosen, falsche 506.
Quarz, pseudom. nach Calcit 316.
Quarz, pyrogener, Striegau 87.
Quarz, Zsakarócz 112.
Quarz-Zwillinge, Albermarle 320.
Quellabsatz von Carmaux 638.

R.

Ralstonit, Ivigtut, Anal. 631.
Reactionen, mikr.-chem. 92.
Reflexion an Schlieren 399.
Reflexionsgoniometer, Aufstellung 176.
Reflexionsphänomen an Kaliumchlorat 541.
Refractometer, neues 207.
Rittingerit, Bestandtheile 95.
Roseokobaltchlorid, Misch-Kryst. 389.
Rothgiltigerz, Analysen 78, 95.
Rothgiltigerz, Formentabelle 68, 122.
Rothgiltigerz, hemimorphe Zwill. 117.
Rothgiltigerz, Messungen 77.
Rothgiltigerz, Winkeltabellen 73, 123.
Rothgiltigerz-Zwillinge, Vergleich mit anderen Mineralien 131.
Rothgiltigerz, zur Kenntniss des 67.
Rothspiessglanz, Brunswik Mine 318.
Rothzinkerz, natürliche Krystalle 459.
Rutil, Binnenthal 541.
Rutil, Canada, in Phlogopit 647.

S.

Salmiak, Misch-Krystalle mit Roseokobaltchlorid 389.
Sanidin, Braccianoer See 199.
Sanidin, Nathrop 498.
Saponit, Cathkin 620.
Sarkinit, Pajsberg 514.
Sarkolith, Braccianoer See 199.
Sarkosinplatinchlorid 296.
Scheelit, morphotrop. Reihen des 411, 416.
Scheelit, Wermland 515.

Schleppung (Aetz-Störungen) 288.
Schlieren, Lichtreflexion 399.
Schlieren, Oberflächenspannung 399.
Schwefel, dritte Modification 639.
Schwefel, mikr. React. 95.
Schwefel, Nevada 460.
Schwefel, thermische Constanten 321.
Schwefel, Truscawiec 525.
Schwefelkohlenstoff, Brech.-Exp.; Aenderung ders. für 1° C. 654.
Selen, mikr. React. 95.
Selenbleiwismuthglanz 511.
Selenide, Anden, Anal. 186.
Sellmeyer'sches Princip 477.
Serpentin, mangan-zinkhaltiger 621.
Serpentin, Pennsylvanien, Anal. 490.
Siderit, v. d. Bindt 104.
Siderit, Helczmanócz 113.
Siderit, Kotterbach 112.
Siderit, Zsakarócz 112.
Siedeverzüge 395.
Silber, chlorsaures, Dimorphie 383.
Silber, chlorsaures, Mischkrystalle 383.
Silber, einfache Krystalle 547.
Silber, Krystallformen 546.
Silber, künstl. Krystalle 545.
Silber, methylvinaconsaures, saures 446.
Silber, mikr. React. 95.
Silber-Zwillinge 548.
Silberwismuthglanz, Colorado, Anal. 488.
Skolezit, mikr. Bestimm. 657.
Skolezit, Pyroëlektricität 645.
Smaragd, Nord-Carolina 634.
Smithsonit, Csetnek 116.
Sodalith, Litchfield, Anal. 504.
Sonnenstein, Fredriksvärn, Anal. 204.
Speiskobalt, Markirch, Aetzfig. 26.
Speiskobalt, Schneeberg, Aetzfig. 22, 27.
Sphalerit v. d. Bindt 104.
Spinell, Aetzversuche 291.
Spodiosit 512.
Spodumen, Carolina 506, 634.
Steighöhen in mikrosk. Capillaren 404.
Sternsapphir, Loire-Inférieure 661.
Stilbit, mikr. Best. 658.
Stilpnomelan, Antwerp, Anal. 491.
Strahlenaxen 465.
Strahlenfläche 465.
Strengit, künstl. Darstell. 640.
Stromeyerit, Mexico, Anal. 621.
Strontianhydrat 532.
Strontium, mikr. React. 94.
Strontium, molybdänsaures 413.
Svanbergit, Horrsjöberg 660.

T.

Tellurdioxyd, salpetersaures 639.
Tellurigsäure-Anhydrit 639.
Terpentetrabromide, Dimorphie 378.
Teschenite, Bestandtheile der 86.
Tetradymit, San José, Anal. 487.
Tetrahydroparamethyloxychinolin 155.
Thallin 155, 157.
Thallintartrat 157.
Thomsonit, mikr. Best. 657.
Thon, Norway, Anal. 625, 626.
Thon, rosarother, Anal. 655.
Thuringit vom Obern-See, Anal. 623.
Titanit, Braccianoer See 200.
Titanit, Nord-Carolina 492.
o-Tolylenalkohol 664.
o-Tolylenbromid 663.
m-Tolylenbromid 664.
o-Tolylenchlorid 664.
Topas, Brech.-Expon. 216.
Topas, Chalk Mountain, Anal. 499.
Topas, Colorado 497.
Topas, Durango 424, 451.
Topas, Ilmengebirge 434.
Topas, San Luis Potosi 424.
Topas, Nathrop 498.
Topas, Ouro Preto 317.
Topas, Pyroëlektricität 205.
Topas, Stoneham, Anal. 490.
Topas, Ural, Aetzfig. 516.
Topas, Utah, Anal. 499.
Topas, Utah, Thomas Range 637.
Totalreflexion, doppelbrech. Kryst. 464.
Totalreflexion, einaxiger Kryst. 464.
Totalreflexion, experiment. Prüfung 472.
Totalreflexion, Prismen zur Bestimm. d. Brech.-Exp. 474.
Totalreflexion, Theorie 474.
Traubensäuremethyläther 185.
Triacetondiamin, saures oxalsaures 296.
Tridymit, pyrogener, Striegau 87.
Trimethylamin-Rhodiumchlorür 641.
Türkis, Neu-Mexico 318, 509.
Türkis, Muttergestein, Anal. 511.
Turmalin, Arlberg 533.
Turmalin v. d. Bindt 103.
Turmalin, Insel Mull 619.
Turmalin, Maine 318.
Turmalin, Nord-Carolina 507.
Turmalin, Zersetzungsprod. v. Hebron 625.
Turnerit, Literatur 265.

U.

Uintahit 319.
Umwandlungspunkte, kritische 401.
Universalprojectionsapparat 55.
Uran, mikr. React. 94.
Uran-Lithium, essigsaures 647.

V.

Valentinit, Brunswik Mine 318.
Vanadinit, Arizona 633.
Vanadinit, Neu-Mexico 634.
Vanadinit, Wanlockhead, Anal. 492.
Verbindung $C_{10}H_7NO_2CH_3J + H_2O$ 63.
Vesuvian, Braccianoer See 198.

Vesuv-Mineralien 202.
Vivianit, Californien 496.

W.

Wachsthum der Krystalle 391.
Weinsaures Antimonyl-Baryum 95.
Weissnickelkies, Aetzvers. 32.
Wellenfläche 466, 467.
Wellenfläche nach Fresnel 465.
Widmannstädten'sche Figuren 622.
Wollastonit, Braccianoer See 197.
Wolnyn von Klein-Hnilecz 105.

X.

Xenotim, Nord-Carolina 506.
Xonotlit, mikr. Best. 657.
o-Xylylenchlorid 186.

Z.

Zeolithe, Bestimm. bei Gesteinsuntersuch. 656.
Zinkblende v. d. Bindt 104.
Zinkblende, Brechungsexpon. 218.
Zinkblende, Härtecurve 180.
Zinn, Neu-Süd-Wales 487.
Zinnerz, Verwachs. von 647.
Zinnober, Nikitowka 89.
Zinnober-Vorkommen v. Littai 526.
Zinnober, Zwillinge 89.
Zirkon, Pfitsch 50.
Zonenformel für orthogonale Systeme 175, 462.
Zwillinge, Definition der 134.
Zwillinge, Theorie der 661.
Zwillingsbildung, Flächenverschiebung durch 305.
Zwillingsbildung durch Wärme 309, 390.

Nachtrag zum Sachregister des XI. Bandes.

Adular, Gotthard, neue Flächen 113.
Adular, Zillerthal, neue Flächen 116.
Augit, Dognácska, Anal. 262.
Augit, Elfdalen, Anal. 73.
Augit, Einwirkung von Schmelzmagma 76.
Augit, Hohentwiel, Anal. 73.
Augit, Kaiserstuhl, Anal. 425.
Augit, Krakatau-Asche 419.
Augit, Löbau, Anal. 425.
Augit, Melfi, Anal. 75.
Augit, Norwegen, Anal. 425.
Augit, Portugal, Anal. 425.
Augit, Rieden, Anal. 74, 425.
Augit, Schima 313.
Augit in Schlacken 320.
Augit, Schweden, Anal. 425.
Augite, optische Orientirung 67.
Chamoisit, Windgällen 599.
Chamosit, Windgällen 599.
Dognácskaït, Dognácska 265.
Hypersthen, Paramorphose 294.
Orthoklas, Elba, neue Flächen 115.
Pyroxene, optische Orientirung 67.
Thermische Axen, mono- und asymmetr. Krystalle 537.
Wollastonit, Rézbánya 265.

Berichtigungen und Zusätze.

Zum 2. Band.

Seite 217 Zeile 14 v. oben lies »*Mm*« statt »*MN*«.
- 244 - 2 v. unten - »XI« statt »IX«.

Zum 7. Band.

- 423 - 7 v. oben - »15,99« statt »11,99«; Anmerkung unter dem Text fällt fort.

Zum 10. Band.

- 163 - 8 v. oben - »$\varepsilon(3P\frac{3}{2})$« statt »$u(4P\frac{4}{3})$.

Zum 11. Band.

- 43 - 21 v. oben - »stumpfe Kante *ca*« statt »stumpfe Kante *ca'*«.
- 413 - 17 v. oben - »Oberwiesenthal« statt »Oberwiesenfeld«.
- 534 - 3 v. unten - »$= \varDelta \sum_1^3 i\, \alpha_{im}\, \mu_i^2 \cos(X_i X_p) =$« statt

$$»= \sum_1^3 i\, \alpha_{im}\, \mu_i^2 \cos(X_i X_p) = «.$$

- 661 - 2 v. unten - Seite »388« statt »338«.

Zum 12. Band.

- 4 - 4 v. unten - »Da die bekannten entsprechenden Krystalle des Chinidins weder ......«, statt »Da die bekannten entsprechenden Krystalle weder ......«.
- 192 - 12 v. oben - Es muss die Tabelle lauten:

	Gemessen:	Berechnet:
$(001):(100)$	$= 72^0\, 47\frac{2}{3}'$	$72^0\, 46'$
$(110):(\bar{1}10)$	$= 73\ \ 28\frac{1}{2}$	$73\ \ 27\frac{3}{4}$
$(001):(\bar{1}01)$	$= 41\ \ 34$	$41\ \ 25\frac{1}{4}$
$(110):(001)$	$= 79\ \ 54$	$79\ \ 47\frac{1}{2}$
$(\bar{1}01):(\bar{1}10)$	$= 76\ \ \ 7$	$75\ \ 49$

Statt der Anmerkung (unter dem Text) muss bemerkt werden, dass der Verf. die Elemente aus sämmtlichen Messungen nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet hat.

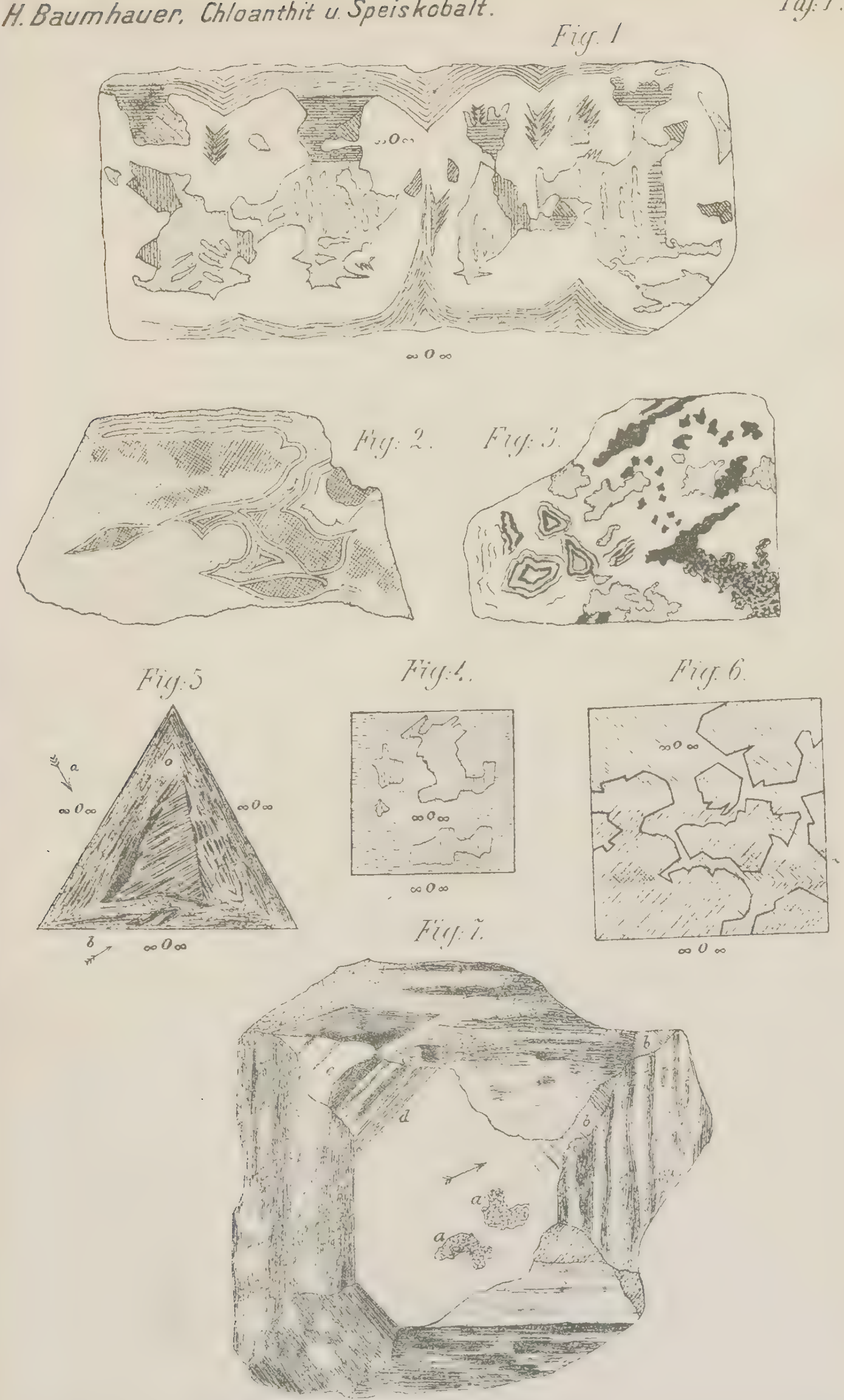
- 196 - 13 v. oben muss lauten:

$(00\bar{1}):(12\bar{1}) = 59^0\, 28'$ $\qquad 59^0\, 45'$

und die Anmerkung *) muss wegfallen.

- 360 - 2 v. unten, in der Note lies »Luft nicht einen grössern« statt »Luft grösseren«.
- 481 - 5 v. unten lies »d(Dicke) = 1000« statt »$\lambda = 1000$«.
- 508 - 20 v. oben lies »Dana« statt »Daua«.
- 507 - 4 v. unten lies »$z = \ldots (31\bar{4}4)$« statt »$z = \ldots (13\bar{4}4)$«.
- 507 - 3 v. unten lies »$w = \ldots (21\bar{3}2)$« statt »$w = \ldots (12\bar{3}2)$«.
- 672 - 5 v. oben 1. Columne lies »312« statt »627«.

Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.



H. Baumhauer, gez. Joh. Roth sel. Wwe München



Fig. 8.

∞O∞ O O

Fig. 9

∞O∞ O O a b b b

Fig: 10.

a b c

Fig: 11.

∞O∞ O ∞O∞

Fig: 12.



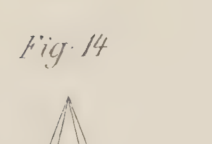


Fig: 13.

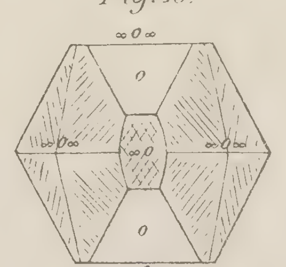


Fig. 14

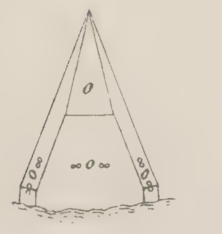
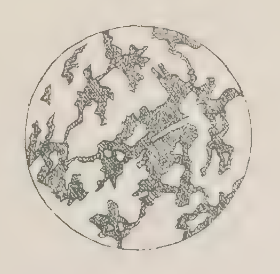
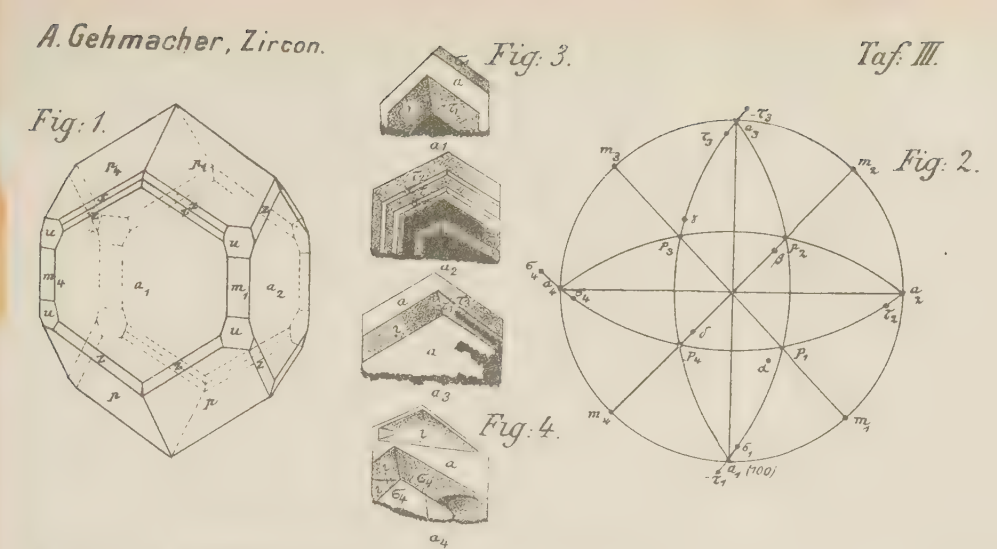


Fig. 15.



H. Baumhauer gez. Joh. Roth sel. Wwe München





F. J. P. van Calker. Universalprojectionsapparat.

Fig: 5.

Fig: 6.

Fig: 7.

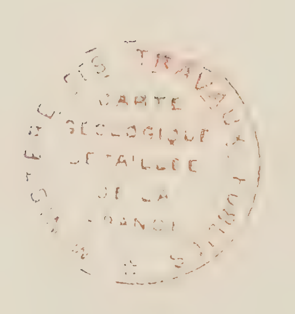
Fig: 8.

Fig: 9.

Fig: 10.

F. J. P. van Calker gez.

Joh. Roth sel. Wwe. München.



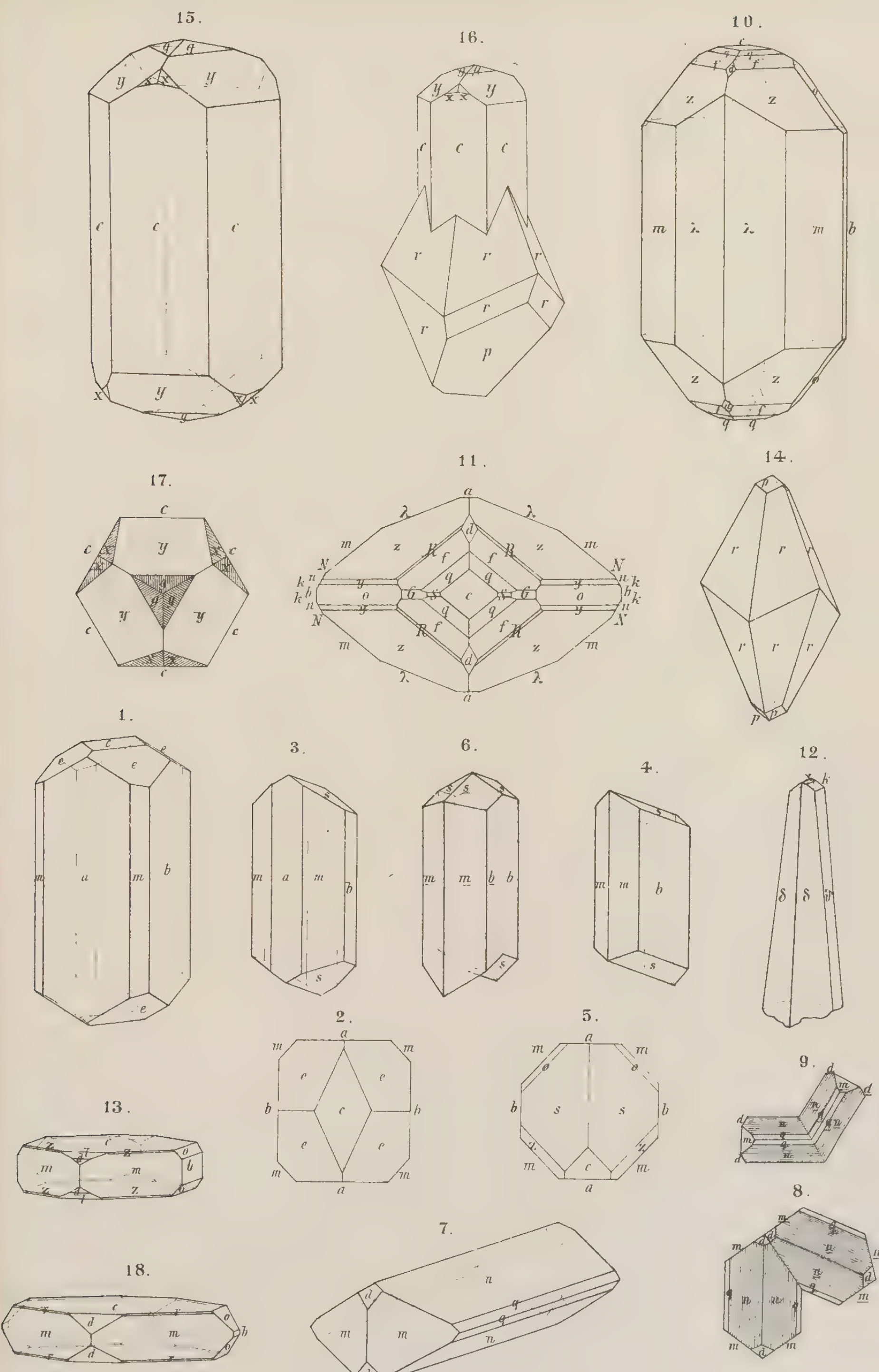
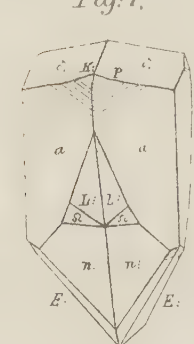




Fig. 1.



$a = \infty P2$

$P: = R5$

$n: = -2R\frac{3}{2}$

$K: = R3$

$\delta. = -\frac{1}{2}R$

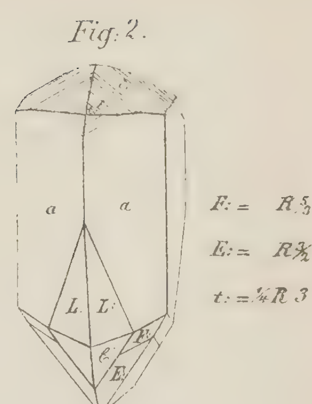
$\Omega = -4R\frac{3}{2}$

$L: = -5R\frac{7}{5}$

$E: = R\frac{3}{2}$

$\ell: = \frac{1}{4}R5$

Fig. 2.



$F: = R\frac{5}{3}$

$E: = R\frac{3}{2}$

$t: = \frac{1}{4}R3$

Fig. 3.

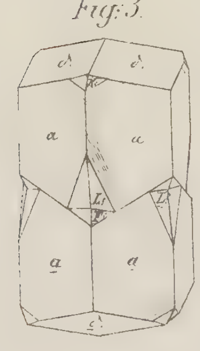


Fig. 4.

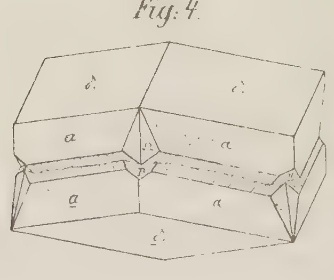


Fig. 5.

$j: = -\frac{1}{8}R5$

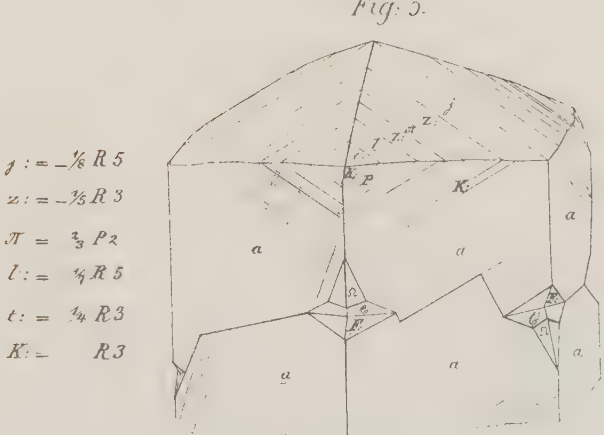
$z: = -\frac{1}{5}R3$

$\pi = \frac{2}{3}P2$

$l: = \frac{1}{4}R5$

$t: = \frac{1}{4}R3$

$K: = R3$



$P: = R5$

$\Omega = -4R\frac{3}{2}$

$\ell: = -R\frac{1}{3}$

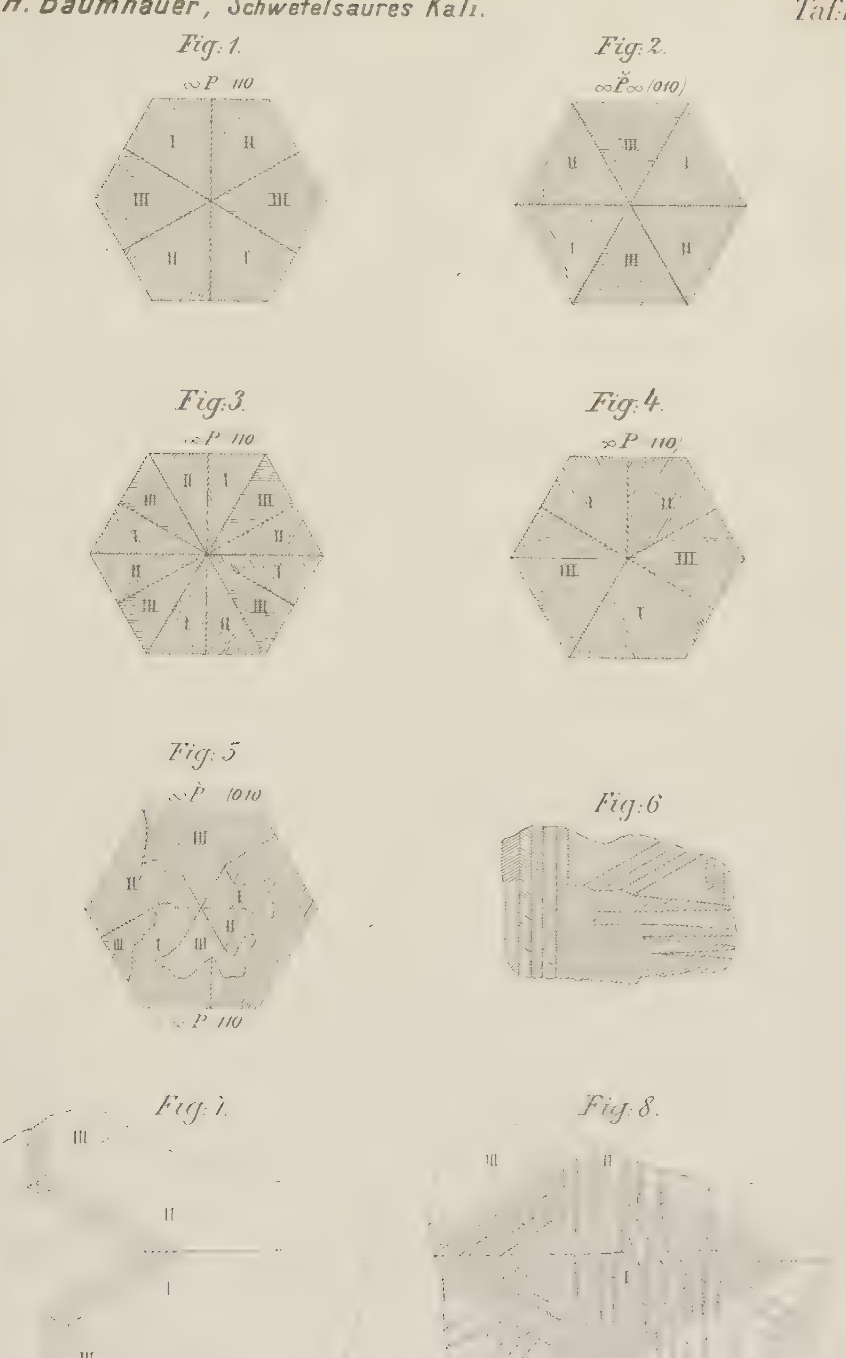
$F: = R\frac{5}{3}$

$a = \infty P2$

M. Schuster gez.

Joh. Roth sel. Wwe. Min.





H. Baumhauer gez. Joh. Roth sel. Wwe. München

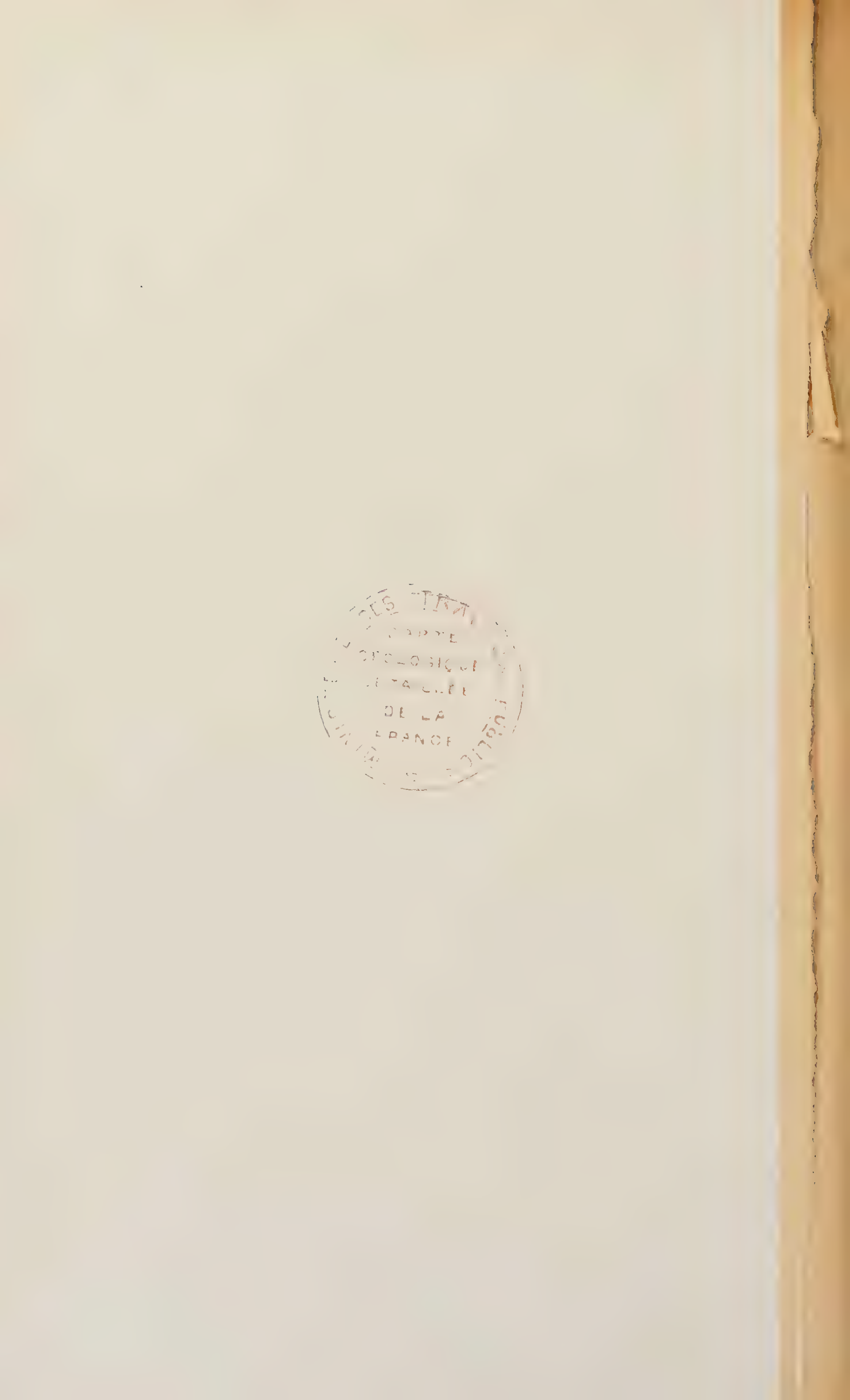


Fig: 2. Fig: 1. Fig: 3.

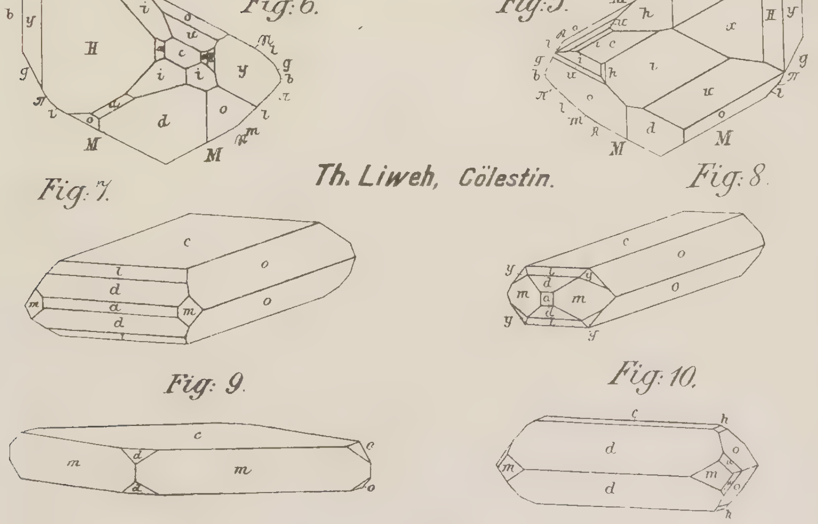
Fig: 4.

Sphärische Projection

Topas von Durango.

F. Feist, Topas vom Ilmengebirge.

Fig: 6. Fig: 5.



Joh. Roth sel. Wwe. München



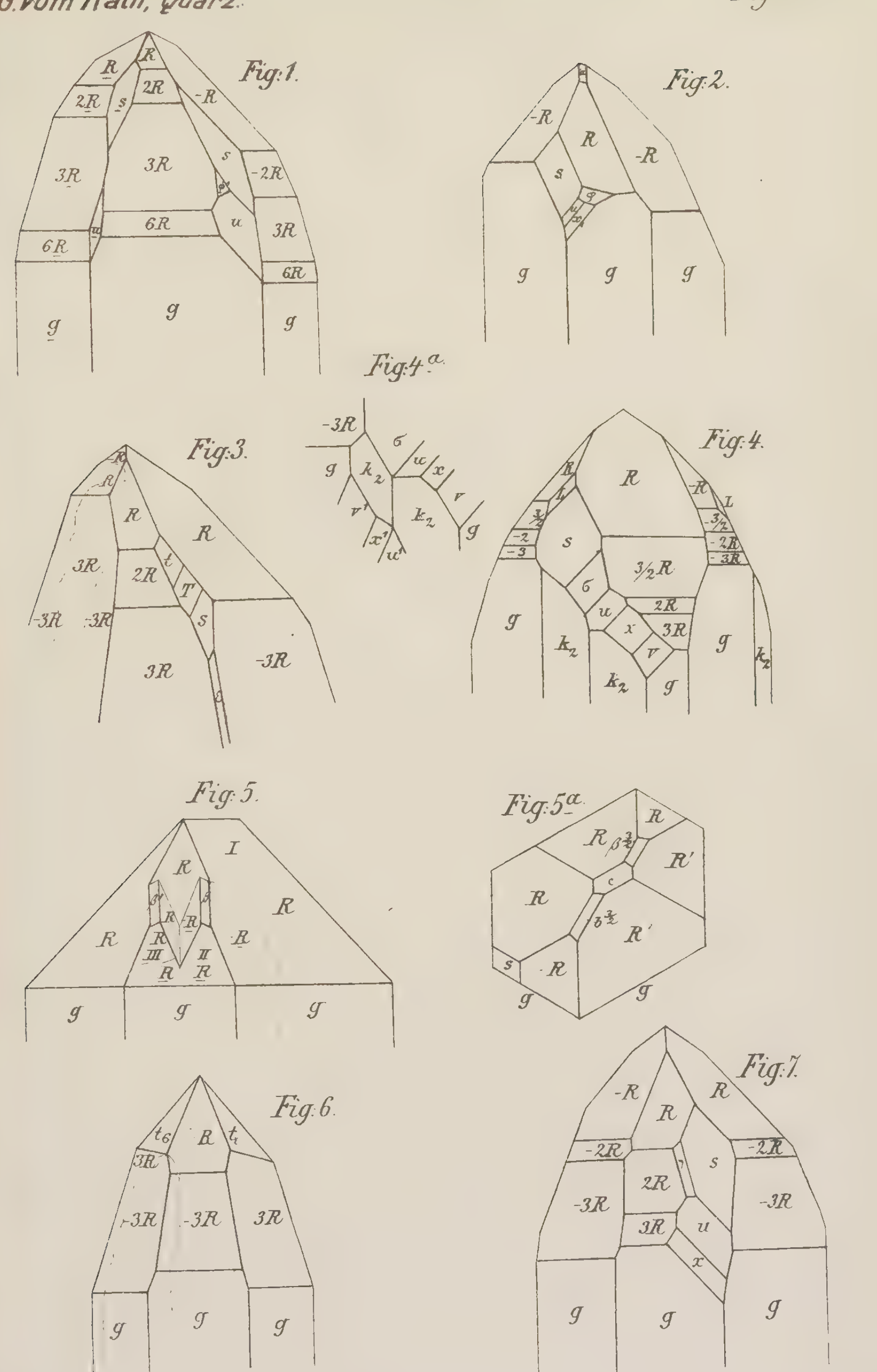
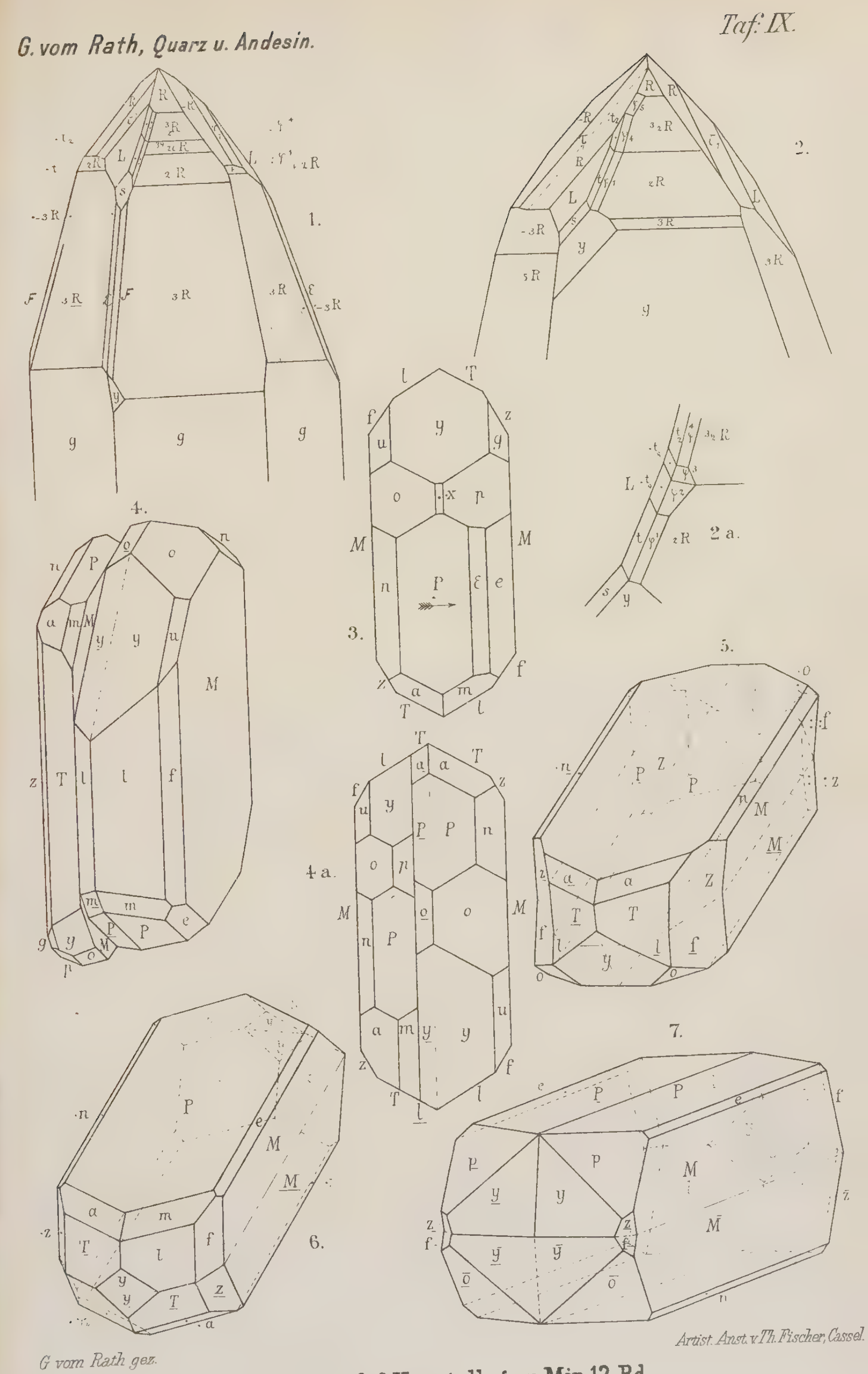


Fig. 1.
R
R
2R
2R
s
-R
3R
3R
s
-2R
6R
u
3R
6R
6R
g
g
g
Fig. 2.
-R
R
-R
s
g
g
g
Fig. 4a.
-3R
σ
g
k2
u
x
v
v'
k2
g
x'
u'
Fig. 3.
-R
R
R
R
3R
2R
t
T
s
-3R
-3R
3R
-3R
Fig. 4.
R
R
-R
s
3/2R
σ
2R
u
x
3R
v
g
k2
k2
g
g
k2
Fig. 5.
I
R
R
R
R
R
III
II
R
R
g
g
g
Fig. 5a.
R
R
R'
R
c
R'
s
-R
g
g
Fig. 6.
t6
R
t1
3R
-3R
-3R
3R
g
g
g
Fig. 7.
-R
R
R
-2R
-2R
2R
s
-3R
-3R
3R
u
x
g
g
g




G. vom Rath, Quarz u. Andesin.
Taf. IX.
1.
2.
2 a.
3.
4.
4 a.
5.
6.
7.
G vom Rath gez.
Artist. Anst. v Th. Fischer, Cassel.

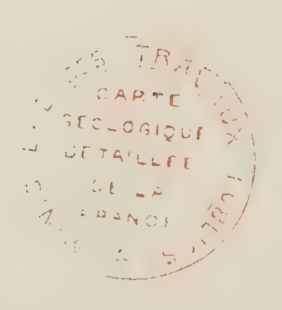


Fig. 1.

Fig. 2

A

P

Fig. 3.

(100)

Fig. 4.

(100)

Fig. 5.

(100)

Fig. 6

(100)

Fig. 7.

(100)

Fig. 8.

(111)

(111)

Fig. 9.

(111)

(111)

Fig. 10.

(100)

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13

Fig. 14

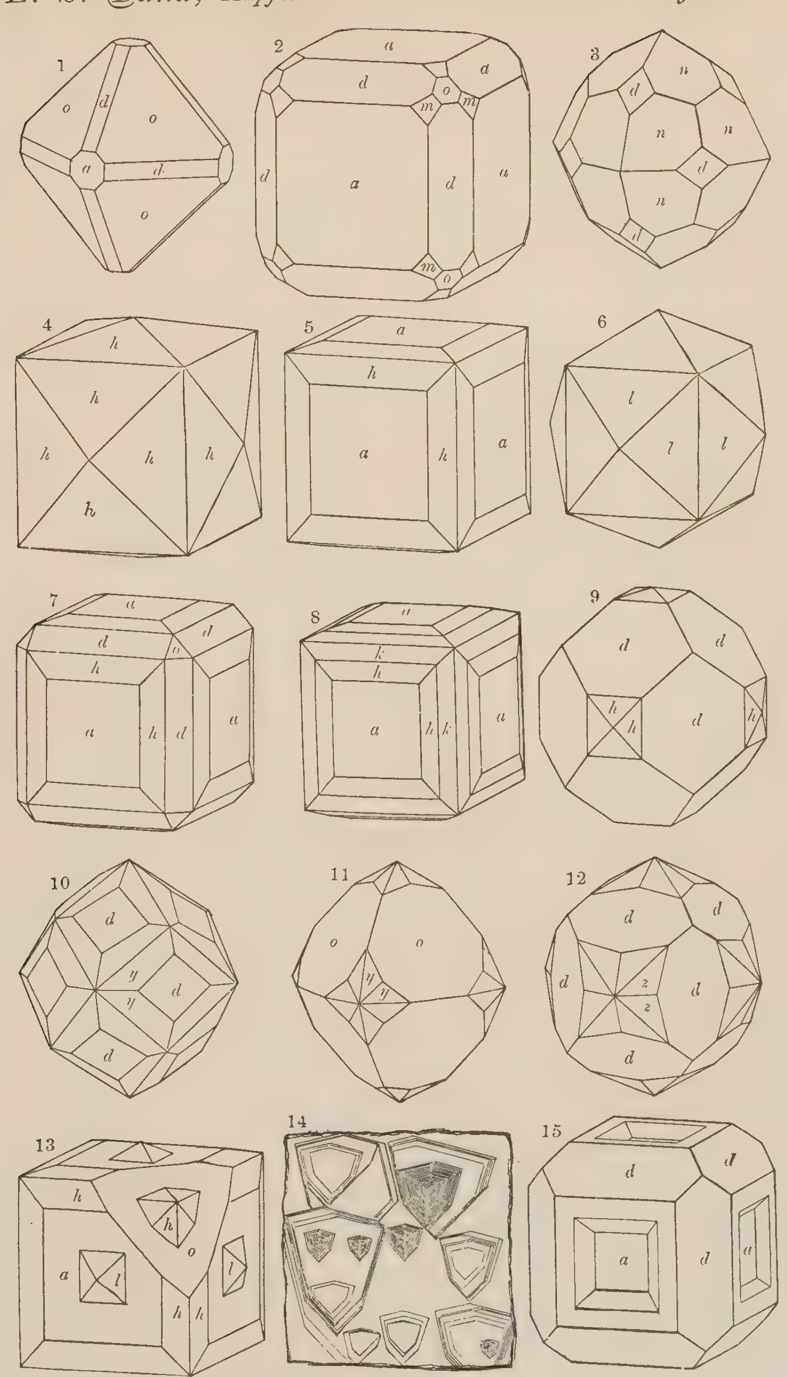
Fig. 15

Fig. 16.

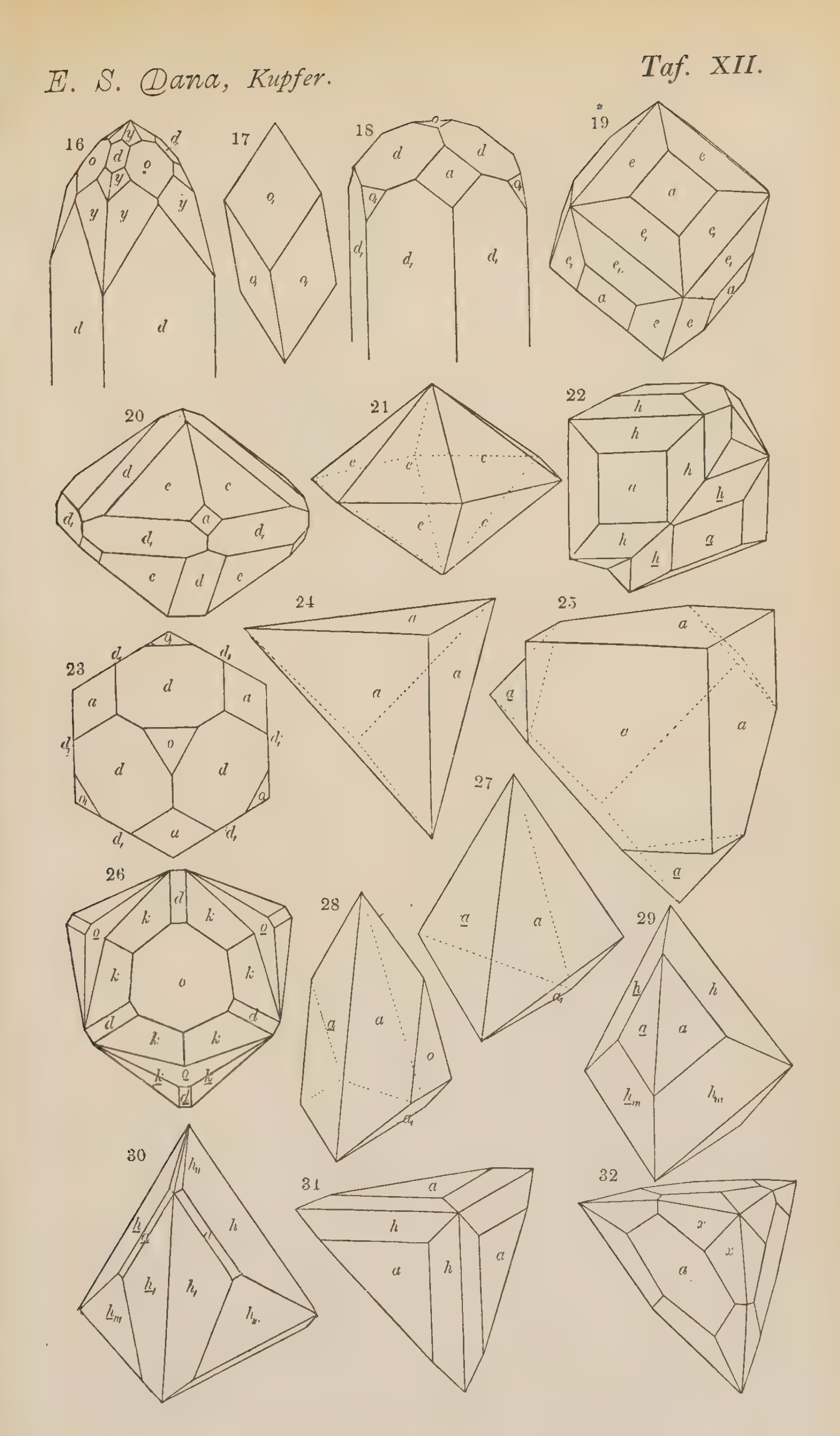
E. Hussak, gez.

Lith. Joh. Roth Wr München

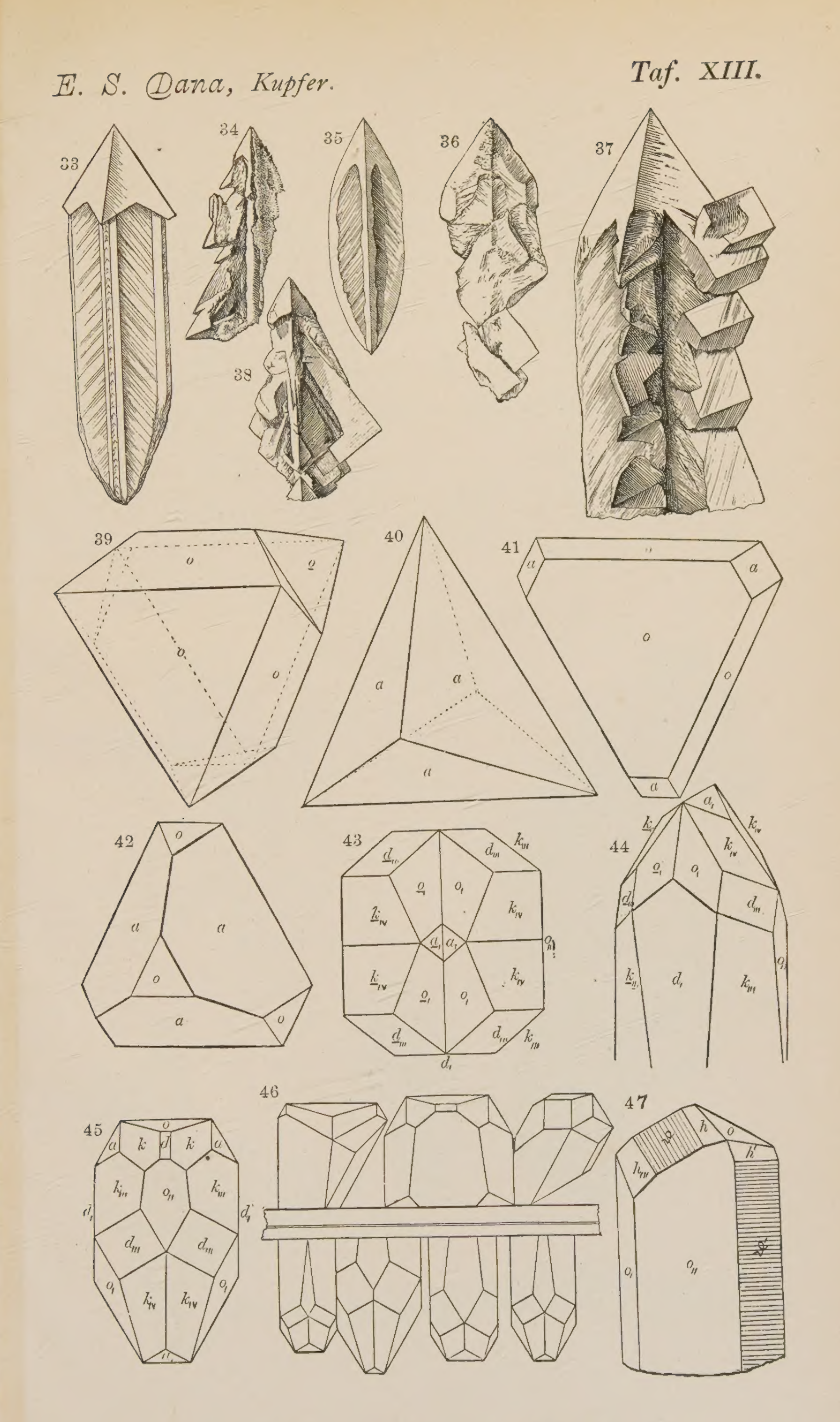


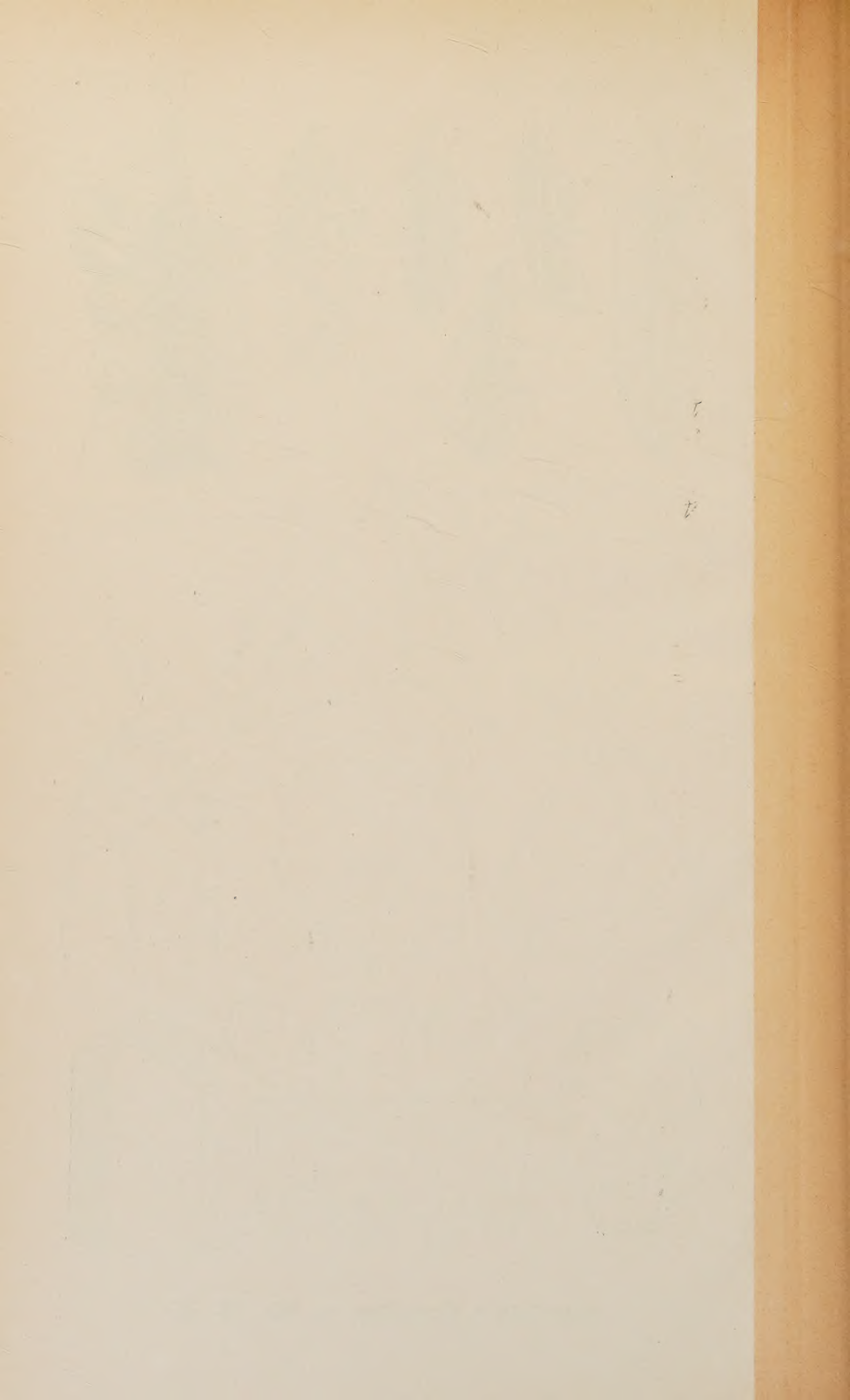

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15

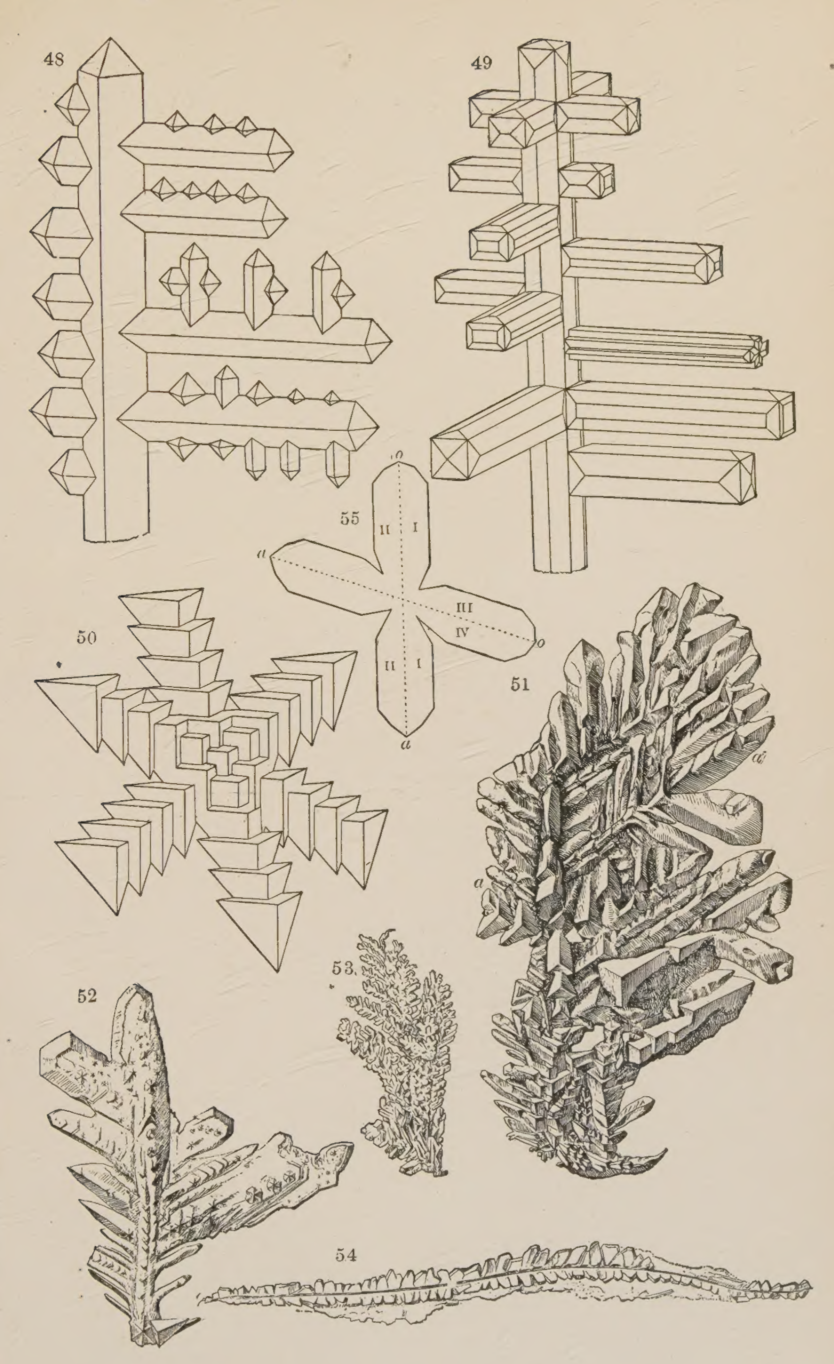



16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32




33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47




48
49
55
a
o
II
I
III
IV
50
51
a
52
53.
54

